



ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

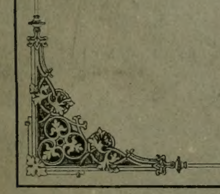
herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

zu Hamburg.

VII. Band, I. Abtheilung mit VII Tafeln.

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1880.





ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

zu Hamburg.

VII. Band, I. Abtheilung mit VII Tafeln.

HAMBURG.

L. Friederichsen & Co.

1880.

Ueber die Bryozoen-Gattung

Adeona.

Von

Dr. **Kirchenpauer** in **Hamburg.**

Eingeliefert am 31. December 1879.



Ueber die Bryozoen-Gattung
Adeona Lamouroux.

Unter den von S. M. Schiff „Gazelle“ auf seiner Erdumsegelung in den Jahren 1874 und 1875 gesammelten Bryozoen, mit deren Bestimmung ich beschäftigt bin, befanden sich ungewöhnlich viele, zum Theil recht gut erhaltene Exemplare von *Adeona* (Lamouroux); diese gaben zur Vergleichung mit anderen mir zugänglichen Exemplaren und dann zu eingehender Bearbeitung der ganzen Gattung Veranlassung Es befindet sich nämlich eine Anzahl Exemplare im Museum Godeffroy, unter denen sich einzelne durch ihre ungewöhnliche Grösse auszeichnen, ein anderes fand sich im hiesigen (Hamburgischen) „Naturhistorischen Museum“ und noch ein anderes in meiner eigenen Sammlung, dieses wegen der Construction des Bryozoarium, jenes besonders deswegen interessant, weil es — obgleich sehr klein — unter den untersuchten augenscheinlich das einzige ganz vollständige Exemplar ist. Die übrigen sind mehr oder weniger lädirt; entweder sind die Stiele oder doch die äusseren Ränder der Platte abgebrochen, so dass die ursprüngliche Grösse nicht mehr zu erkennen ist. Ein Paar Exemplare sind in Spiritus aufbewahrt; die meisten sind trocken, was aber für die Untersuchung keinen wesentlichen Unterschied macht, denn irgend welche Reste der Polypiden waren weder in den einen noch in den anderen zu finden; es lag überall nur das kalkige Bryozoarium vor, was bei den Adeonen um so mehr zu bedauern ist, als die Polypiden dieser Gattung noch nirgends beschrieben, wahrscheinlich überhaupt noch nicht in Europa gesehen worden sind. Die Heimath derselben (welche in Meerestiefen von 40 bis 90 Faden zu suchen ist) scheinen mit einer einzigen Ausnahme die Meere um Australien zu sein, von woher auch alle bisher beschriebenen Arten stammen; unter den mir jetzt vorliegenden Arten findet sich eine (*A. intermedia* n. sp.), die in der Gegend vom Cap der guten Hoffnung zu Hause ist — ein Vorkommen, wie es sich auch sonst wohl bei Bryozoen findet, am auffallendsten bei *Catenicella*, deren sämmtliche sehr zahlreiche Arten nur in australischen Meeren gefunden wurden, und zwar dort massenhaft, sonst aber nirgends — mit Ausnahme zweier Arten, welche bei Südafrika vorkommen.

Es ist in Vorstehendem als selbstverständlich angesehen worden, dass *Adeona* zu den Bryozoen zu rechnen sei. Erwiesen ist das nicht, da wie gesagt, die Beschaffenheit der Polypiden noch nicht untersucht und festgestellt ist und das Bryozoarium Eigenthümlichkeiten aufzuweisen hat, welche sich sonst bei den Bryozoen über-

haupt nicht finden; andererseits aber lassen der mit *Eschara* so nahe verwandte Hauptbestandtheil der Colonie (die Platte) und das Vorhandensein der nur bei den Bryozoen vorkommenden Avicular-Organe, welche ich bei Adeona (als *avicularia immersa*) gefunden habe, kaum noch daran zweifeln, dass wir es mit einem Bryozoon zu thun haben und zwar mit einem solchen, welches bis auf Weiteres zu den *Eschariden*, also zu den *Chilostomen* zu stellen ist. — Autoritäten sind hierfür kaum beizubringen, wie überhaupt die Literatur über die hier in Rede stehende Gattung überaus dürftig ist. Man scheint sich mit dem sehr merkwürdigen und wahrscheinlich auch in den meisten grösseren Sammlungen wenigstens durch Fragmente vertretenen Genus seit vielen Jahrzehnten gar nicht beschäftigt zu haben, was sich wohl kaum anders als aus der Mangelhaftigkeit des vorhandenen Untersuchungs-Materials erklären lässt. Eingehendere Beschreibungen von Adeona habe ich nur bei Lamouroux (Histoires des Polypiers coralligènes flexibles, Caen 1816), bei Lamarck (Histoire naturelle des animaux sans vertêbre. T. I. Paris 1815) und bei Schweigger (Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen. Berlin 1819) finden können — *) lauter Schriftstellern aus dem zweiten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts. Vielleicht ist der Gegenstand früher gar nicht nach Europa gekommen; den neueren Bearbeitern der Meeres-Bryozoen aber mögen die aufgefundenen Exemplare nicht genügt haben. Nur in einem Aufsatz von Mac Gillivray über Australische Bryozoen (Transact. of the Royal Society of Victoria) findet sich aus dem Jahre 1869 unter dem Namen *Dictyophora* nov gen. die Charakteristik einer offenbar hierher gehörigen Art.

Die von den genannten vier Schriftstellern gegebenen Nachrichten können in Nachfolgendem wesentlich vermehrt und ergänzt werden, — wenn auch immer noch unter Hinweisung auf die Mangelhaftigkeit des Materials; denn die untersuchten Bryozoarien sind fast sämmtlich defekt; auch sind sie ersichtlich in verschiedenen Entwickelungsstadien und vielfach stark verkalkt. Auch die Identificirung des Vorhandenen mit den bereits beschriebenen Arten ist nicht immer thunlich, schon deswegen nicht, weil Lamouroux und Lamarck nur den äusseren Habitus des Bryozoarium, die Zooecien aber garnicht beschreiben. Immerhin aber kann das Nachfolgende dazu dienen, künftige Forschungsreisende auf das eigenthümliche Wesen aufmerksam zu machen und zu weiteren Untersuchungen an lebenden Thieren zu veranlassen.

Was die drei oben erwähnten älteren Autoren anlangt, die sich alle ungefähr um dieselbe Zeit (1815—1819) mit der Sache beschäftigt haben, so ist es Lamouroux, der den Namen erfunden hat. Er pflegte seine Polypengattungen mit den Namen griechischer Meeresgottheiten zu belegen. *Adeona* ist, wie er uns belehrt, „une divinité qui prèside aux voyages". Dieser Name ist von Lamarck, welcher die Gattung Anfangs *Frondicularia* nannte, und auch wohl von allen Schriftstellern (ausser Mac

*) Blainville's Actinologie ist im Buchhandel vergriffen und mir nicht zugänglich. Cuvier (le règne animal distribué d'après son organisation. Paris 1830. Tome III pag. 316), ferner Goldfuss (Handb. der Zoologie 1820), T. S. Voigt (Lehrb. der Zoologie 1835), Leunis (Synopsis der drei Naturreiche. Zoologie 1844) und andere Lehrbücher erwähnen nur kurz den Namen der Gattung

Gillivray) adoptirt worden. Ein Unterschied zwischen Bryozoen, Hydroiden, Corallen, selbst Corallinen und was sonst noch Alles unter der Bezeichnung *Zoophyten* oder auch *Polypen* zusammengefasst wurde, war damals noch nicht bekannt. Lamouroux stellte seine *Adeona* zu den Isideen, freilich unter der von ihm selbst als zweifelhaft bezeichneten Voraussetzung, dass sie im lebenden Zustande mit einer Rinde bedeckt sei; sie sei vergleichbar einer Millepore auf dem Stiel einer Isidee. Schweigger rechnet sie zu den Corallen und behandelt sie bei den Nulliporen. Lamarck stellt sie zu den Milleporen macht aber auf die Verwandschaft mit *Eschara* und *Retepora* aufmerksam und hat hierin gewiss das Richtige getroffen, wenngleich seine weiteren Bemerkungen wohl nicht ganz zutreffend sind.

I. Die einzelnen Species.

Lamouroux unterscheidet 3 Species, die sämmtlich das Pariser Museum durch Peron und Lesueur aus Australien erhalten hat: *A. grisea*, *A. elongata* und *A. foliacea*. Lamarck hat dieselben drei Arten, nennt aber die erste nicht *A. grisea*, sondern *A. cribriformis* und die letzte nicht *A. foliacea* sondern *A. foliifera* (bei Cuvier heisst sie *A. follicolina*). — Unter den mir jetzt vorliegenden und unter den von der „Gazelle" gesammelten Adeonen glaube ich 6 oder 7 Arten unterscheiden zu können, obgleich die *A. elongata* Lamrx, fehlt.

Ich beginne mit der Beschreibung der Arten und lasse dann erst die eingehenderen Bemerkungen über die Gattung und deren Bau folgen. Eine kurze Charakteristik aber würde folgende sein:

Genus Adeona *Lamouroux:*

Blatt- oder Plattenförmiges, aus zwei Schichten von Zooecien bestehendes Bryozoarium, auf einem theilweise gegliederten biegsamen Stiel befestigt; Zooecien mit rundlicher oder halbmondförmiger Mundöffnung, mit eingesenkten dreieckigen Avicular-Organen und zuweilen mit einer Nebenöffnung; Ooecien fehlen. Die Zooecien der beiden Schichten liegen Rücken an Rücken, die Mundöffnungen also an beiden entgegengesetzten Seiten der Platte.

1. **Adeona foliacea** Lrx. (A. foliifera Lmck. A. folliculina Cuv.) Taf. I. Fig. 1.

Peron und Lesueur: Australien.

Diese Species scheint selten zu sein; die Beschreibungen von Lamouroux, Lamarck, Cuvier und Blainville und die Abbildung von Schweigger (l. c. Tafel 1) beziehen sich alle auf die von Peron und Lesueur aus Australien mitgebrachten Exemplare des Pariser Museum. Indessen befindet sich unter den von der „Gazelle" gesammelten eine Adeona, welche sich zwar im Habitus wesentlieh von der Schweigger'schen

Abbildung unterscheidet, doch aber nach ihren charakteristischen Merkmalen specifisch von der *A. foliacea* so wenig zu unterscheiden ist, dass man schwankt, ob man sie als *A. foliacea var. fascialis* oder etwa als *A. fascialis* n. sp. zu bezeichnen hat; das Erstere möchte vorläufig wohl das Richtigere sein. Der Unterschied besteht darin, dass die Eschara-artigen Theile nicht blattförmig, sondern bandförmig sind (wie *Eschara fascialis Pallas*).

Beschreibung der Species.

Das *Bryozoarium* ist ein bis 3 dcm. hoher Stamm, aus dessen oberem Theil nach allen Seiten Abzweigungen hervorgehen. (Taf. 1 Fig. 1,); die letzteren sind mehrfach und zwar meistens dichotom getheilt und abgeplattet; diese Platten (an dem Pariser Exemplar im Allgemeinen blattförmig) bestehen wie die der übrigen Adeonen aus zwei Schichten von Zooecien, sind aber nicht wie jene durchlöchert (fenestrata). In der Mittellinie jedes Blattes befindet sich ein Kiel oder Blattnerv wie bei der folgenden Species (*A. intermedia*). Die Zooecien sind oval und haben auf der äusseren Seite am oberen Ende einen halbmondförmigen Mund mit wulstig erhöhter oberer und mit gerader, glatter Unterlippe, am unteren Ende aber einen warzenförmigen Nabel, wie ihn andere Adeonen unmittelbar unterhalb des Mundes haben. Der Avicularien erwähnt weder Schweigger noch einer der französischen Autoren, so wenig bei dieser wie bei einer der anderen Arten; man kannte oder beachtete damals diese Organe überhaupt noch nicht; doch lässt die von Schweigger gegebene Abbildung von 6 Zooecien (l. c. Taf. 1, Fig. 4) in der Mitte eines jeden eine grosse, rundlich-längliche, nach oben spitz zulaufende Vorragung erkennen, welche nichts anderes sein kann als das Avicularium.

1a. **A. foliacea** Lrx. var. *fascialis* var. n. Taf. 1 Fig. 2.

„Gazelle": W. Australien, 25° 50,8′ S. Br., 112° 36,8′ O Länge; 45 Fad. Berlin. Zool.-Mus. No. 200 Taf. Fig. 2.

Das eine oben erwähnte Exemplar. Der Stamm ist 8 cm. hoch, die längsten Abzweigungen bis 9 cm. lang. Sie sind bandförmig, zeigen aber an beiden Seiten Ansätze von weiteren Abzweigungen, die entweder abgebrochen oder nicht zur Entwickelung gekommen sind. Die Zooecien sind wegen starker Verkalkung nicht mehr recht kenntlich, entsprechen aber, wo sie kennlich sind, der obigen Beschreibung, nur dass die Mundöffnung rundlich ist, was Folge der starken Kalkanhäutung am wulstigen Rande zu sein scheint: überall aber sind Avicularien deutlich zu erkennen, mit grossem, spitzen meistentheils nach unten zurückgeschlagenem Oberschnabel.

2. **Adeona intermedia** n. sp. Taf. 1, Fig. 3, 3a, 4.

„Gazelle": 33° 75′ S, 17° 52′ O (südlich vom Cap) 50 Fd. Berlin Zool. Mus. No. 220. Meine Sammlung: *Algoa bay*.

Die „Gazelle" hat kleine Fragmente gesammelt, wie es scheint, von verschiedenen Exemplaren; das meinige (vor mehreren Jahren von einem Schiffscapitain aus

Afrika mitgebracht) ist gleichfalls defect; überall fehlt der Stiel, der aber ersichtlich vorhanden gewesen ist; die Höhe der übrig gebliebenen Platte ist bis 5 cm. Die Farbe meines Exemplars ist aschgrau, diejenige der von der „Gazelle“ gesammelten, welche überhaupt weniger gut erhalten sind, weisslich gelb, ersichtlich ausgeblichen; doch ist an der Identität der Species nicht zn zweifeln: auch der beiden fast gemeinschaftliche Fundort spricht dafür; es ist die einzige in anderen als australischen Gewässern gefundene Art von Adeona.

Beschreibung der Species.

Das *Bryozoarium* besteht aus einer Anzahl plattgedrückter, breiter und regelmässig anastomosirender Aeste, welche zwischen den Anastomosen verhältnissmässig grosse, längliche Lücken, die *fenestrae*, lassen. Diese Aeste, die am untersten Theile (namentlich meines Exemplars) deutlich als solche zu erkennen sind und unten zu einem (hier abgebrochenen) Stamm zusammenlaufen, verwachsen nach oben allmählich zu blattartigen, von rundlichen Löchern (wiederum die *fenestrae*) durchbohrten Platten. Diese durch einander und in verschiedenen Winkeln an einander gewachsenen Aeste, Blätter oder Platten bestehen aus der der ganzen Gattung zukommenden, doppelten Schicht von Zooecien. Die Richtung der Aeste oder Blätter wird dadurch noch bestimmter angedeutet, dass sie ihrer ganzen Länge nach in der Mitte von einem hier und da höher hervortretenden Blattnerv durchzogen sind.

Die *Zooecien* sind oval, mit einer im oberen Theil befindlichen halbmondförmigen Mundöffnung, unterhalb welcher sich eine kleine rundliche Nebenöffnung befindet und seitwärts noch weiter nach unten das Avicularium, welches, viel kleiner als bei den folgenden Arten, mit seiner Spitze nicht bis an den Mund reicht und mehr die Form eines gleichseitigen (nicht wie bei den anderen Arten die eines langen, gleichschenkligen) Dreiecks hat. Durch die Gestalt der Mundöffnung, noch mehr aber durch die eben beschriebene Bildung der Platte stellt sich diese Species als Vermittlung und Verbindung (deswegen „intermedia“) zwischen der vorigen und den folgenden Arten dar, die man sonst als zwei verschiedene Gattungen anzusehen hätte.

3. **Adeona macrothyris** *), n. sp. Tafel 1, Figur 5, 5a, 5b.

„Gazelle“: Australien. Berlin. Zool. Mus. No. 219.

Es sind zwei Exemplare gesammelt, die zwar nicht zusammengehören, auch wie es scheint nicht von demselben Standort (der nicht näher angegeben war), aber ungeachtet der sehr verschiedenen Färbung, nach der Bildung der Zooecien zu derselben Species gehören. Das eine Exemplar, aschgrau von Farbe, ist nur ein kleines Fragment ohne Stiel und an allen Seiten abgebrochen, aber mit gut conservirten Zooecien; das andere, gelblich grau und stark verkalkt, ist im Uebrigen vollständig erhalten und höchst instructiv wegen des völlig erhaltenen Stiels. Die Species

*) Von θυρίς, Fenster.

steht durch die grossen *Fenestrae*, an welchen theilweise sehr deutlich die Bildung derselben aus anastomosirenden Zweigen oder Blättern noch zu erkennen ist, der vorigen Art sehr nahe, ist aber specifisch von derselben unterschieden durch die kreisrunde Mundöffnung, die andere Stellung der Nebenöffnung und die grösseren schärfer zugespitzten Avicularien. Die Zooecien sind kleiner und stehen dichtgedrängt in gebogenen Querreihen. Das besser erhaltene Exemplar ist 6 cm. hoch, das zerbrochene scheint viel grösser gewesen zu sein und aus zwei an einander gewachsenen Platten bestanden zu haben.

4. **Adeona elongata** *Lamouroux.*

Peron und Lesueur: Australien.

Es ist möglich, dass diese Art — die sonst in den mir vorliegenden Sammlungen nicht vertreten wäre — mit oben beschriebener *A. intermedia* identisch ist; die länglich eiförmige Gestalt der *fenestrae*, wenigstens einiger derselben und die weissliche oder weisslich graue Farbe des Bryozoarium würden dafür sprechen und der lange, gewundene Stiel könnte bei unseren Exemplaren abgebrochen sein; andrerseits ist aber die Charakteristik der älteren Autoren so ungenau, dass daraus nichts bestimmtes abzuleiten ist. Dieselbe lautet:

Bei Lamouroux: „caule tortuoso, longissimo; fronde ovato-elongata; osculis ovoideis" und bei Lamarck ebenso nur mit dem Zusatz, dass der Stamm „aliquoties ramosus" ist.

5. **Adeona arborescens** n. sp. Taf. 1, Fig. 6, 6a, 6b. Taf. 2, Fig. 9.

„Gazelle": bei Dirk Hartog (West-Australien). Berlin, Zool. Mus. No. 215, (216?) und 232.

Alle Exemplare sind nur Fragmente, so dass die wirkliche Grösse des ganzen Bryozoarium nicht angegeben werden kann, doch lässt sich die Gestalt desselben aus dem Vorhandenen construiren. An zwei Exemplaren (Fig. 6 und 6b) ist der grössere Theil der Platte abgebrochen, aber das übrig gebliebene, gut erhalten, zeigt die Construction des Stiels und der Aeste sehr deutlich. Ein drittes zeigt die charakteristische Verästelung (Fig. 6b). Das vierte ist sehr stark verkalkt und fast ganz mit Schmarotzern, besonders mit *Balanus* und verschiedenen Arten *Lepralia* bedeckt, so dass die Details nicht zu erkennen sind, wohl aber das obere Ende des Stiels. Das fünfte Exemplar (Taf. 2., Fig. 9.) gehört vielleicht nicht hierher: die Zooecien sind stark verkalkt, die Verästelung ist sehr eigenthümlich und es zeigen sich an zwei Stellen Ansätze von Aesten, welche senkrecht auf der Fläche der übrigen stehen.

Beschreibung der Species.

Bryozoarium: Ein kurzer, dicker Stamm theilt sich, wenn er eine gewisse Höhe erreicht hat, baumartig in 3 oder 4 starke Aeste, die sich dichotom wieder verästeln, aber sämmtlich in einer Fläche wachsen, so dass das ganze Bryozoarium eine fächerförmige Gestalt erhält. In den Zwischenräumen zwischen den Aesten

breitet sich die — auch wieder aus zwei Schichten von Zooezien bestehende — Platte aus, die durchlöchert ist. Die Löcher *(fenestrae)* liegen in undeutlichen Reihen, welche zunächst längs den Zweigen verlaufen. Die Höhe des einen Exemplars ist mit dem Stiel 14 cm. ohne das ersichtlich abgebrochene obere Ende der Platte, das andere ist ohne den abgebrochenen Stiel 20 cm. hoch und 14 cm. breit. Der Stiel bis zu seiner ersten Gabelung wird bis 4 cm. hoch und hat 1½ cm. im Durchmesser. Die *fenestrae* sind bald rundlich, bald mehr oder weniger länglich rund, 2 bis 4 mm. im Durchmesser und 3—5 mm. von einander entfernt.

Zooecien länglich oval, fast viereckige Trapezoide; am oberen Ende befindet sich die kleine kreisrunde Mundöffnung von etwas wulstigem Rande umgeben; in der entgegengesetzten Ecke eine Nebenpore. Die Aussenseite ist mit rundlichen Grübchen besetzt. An einigen Zooecien befindet sich ungefähr in der Mitte der Area ein kleines Avicularium, welches an anderen entweder verwachsen oder gar nicht vorhanden gewesen ist.

6. **Adeona grisea** Lrx. l. c. Tab. XIX Fig. 2. (*A. cribriformis* Lamarck) — Taf. 1, Fig. 8, 8a.

Pariser Museum: Australien. — Museum Godeffroy: No. 1592 Backstairs Passage (Australien) 17 Fd.; No. 16045—16047. Bassstrasse. — „Gazelle“: Berliner Zool. Mus. No. 217. Meermaid Street, 25° S. 112° O; 45—60 Fd. Nr. 22 Vor Dirk Hartog, 90 Fd.

Dies ist die gemeinste Species. Abbildungen finden sich bei Lamouroux l. c. Tab. XIX Fig. 2 (vollständiges Exemplar aus dem Pariser Museum) und bei Schweigger l. c. (Fragment aus dem Berliner Museum). Hier lassen die Beschreibungen und auch die Abbildungen an der Identität bei den untersuchten Exemplaren nicht zweifeln, wenngleich sie fast alle defect sind und die Färbung sehr verschieden, aschgrau und gelblich grau, auch zuweilen durch Verkalkung ganz weiss ist. Unter den Exemplaren des Museum Godeffroy befindet sich (Nr. 1529) ein sehr schönes Exemplar: ohne den Stiel, der abgebrochen ist, 13½ cm. hoch, 10½ cm. breit, mehr oder weniger dunkel grau und auf der einen Fläche mit leisen Andeutungen von Aesten. Ein anderes (von der Bass-Strasse) übrigens mit einem starken Behang von Cellarien fast ganz bedeckt, zeigt eine merkwürdige Wurzelbildung (Taf. III. Fig 14). Die gelblich weissen oder ganz weissen Exemplare beider Sammlungen sind sehr stark verkalkt und sind augenscheinlich längst vor der Auffischung abgestorben gewesen, so dass hier die Identität nicht ganz sicher ist. Eine besondere Form bilden die Exemplare aus der Meermaidstreet, indem sie aus mehreren in verschiedenen Winkeln aneinander gewachsenen, an einem Exemplar (1871) aus zwei im rechten Winkel sich kreuzenden Platten bestehen. Lamarck nennt bei dieser Form die Hauptplatte *prolifera*.

Beschreibung der Species.

Bryozoarium: eine fächerförmige, rundliche, von grossen Löchern (*fenestrae*) durchbohrte Platte auf einem kurzen Stiel, dessen Abzweigungen in der Form stark

erhöhter Blattnerven den unteren Theil der Platte durchziehen, im oberen Theil aber allmählig dünner werden und sich in der Substanz der Platte verlieren. Das ganze Bryozoarium wird 10—15 cm. hoch, die Platte 8—10½ cm. breit; der Stiel hat bis 10 mm. im Durchmesser. Die rundlichen fenestrae haben bis 3 mm. im Durchmesser und sind 3—4 mm. von einander entfernt. Zuweilen sind von der Hauptplatte fast senkrecht auf dieselbe noch Nebenplatten angewachsen (*var. prolifera*).

Zooecien: länglich oval, kleiner als bei anderen Arten. Die Aussenseite der Ectocyste hat nach oben zu eine starke Wölbung, auf deren Gipfel die rundliche Mundöffnung befindlich ist, oft auch noch weiter nach unten einen warzenartigen Nabel. Die Mundöffnung ist oft nicht ganz kreisrund, sondern etwas zusammengedrückt und dann jederseits mit einem kleinen, nach innen gekehrten Zähnchen versehen. Unterhalb des Mundes ist der grosse, spitze Oberschnabel des Avicularium so befestigt, dass er sich nach allen Seiten bewegen kann; man findet ihn an den (todten) Exemplaren bald links, bald rechts vom Munde aufgerichtet, bald ganz nach unten zurückgeklappt. Die Aussenseite des Zooecium ist netzartig durchlöchert. (Es zeigen sich also unter dem Mikroskop dreierlei Oeffnungen: 1) die grossen, die ganze Platte durchsetzenden fenestrae, 2) die Mundöffnung der einzelnen Zooecien und 3) die zuletzt erwähnten Grübchen, welche nur die Ectocyste des Zooeciums durchdringen).

7. **Adeona cellulosa** (Dictyophora cellulosa Mac Gillivray, Transact. Roy. Soc. of Victoria II Vol. IX. 18).

Museum Godeffroy (Nr. 16042 u. 16043): Australien.

In der oben citirten in Melbourne erscheinenden Zeitschrift hat Mac Gillivray unter mehreren neuen australischen Bryozoen (leider ohne Abbildungen) eine neue Species beschrieben und für dieselbe das gleichfalls neue Genus *Dictyophora* aufgestellt, welches so charakterisirt wird: „Polyzoarium erect, rigid, expanded, reticulate, attached by a flexible stem; Cells (nämlich die Zooecien) opening on both sides“. Das ist also genau unsere Adeona — vorausgesetzt, dass das mit dem Worte *reticulate* bezeichnete Vorhandensein der *fenestrae* nicht für die ganze Gattung, sondern nur für die Mehrzahl ihrer Arten als charakteristisch aufgefasst wird. Mac Gillivray hat, da er für seine Gattung den neuen Namen aufstellte, wahrscheinlich Lamarck, Schweigger u. s. w. nicht verglichen und von Lamouroux nur die „Exposition methodique des polypes a polypiers pierreux*)“ gekannt, wo allerdings nur zwei Arten von Adeona aufgeführt sind: *A. foliifera* und *A. grisea*, welche letztere Mac Gillivray zu seiner neuen Gattung rechnen will. Sie ist aber von der ersteren nicht zu trennen, denn die oben erwähnte *A. intermedia mihi* bildet den Uebergang und die Verbindung zwischen jenen beiden Arten (wovon weiter unten); der Lamouroux'sche Genus-Name hat also die Priorität. — Mac. Gillivray hat seine Species nach zwei Exemplaren bestimmt, welche bei Queenscliff in Süd-Australien mit Fischernetzen aus

*) Das andere oben citirte Werk von Lamouroux: Histoire des Polypiers coralligènes flexibles, in welchem 3 Arten beschrieben sind, ist im Buchhandel längst vergriffen.

dem Meere gekommen waren. In dem Museum Godeffroy finden sich zwei schöne Exemplare derselben Species, von denen eins noch den kurzen dicken Stiel hat.

Beschreibung der Species.

Das *Bryozoarium* besteht aus mehreren durchlöcherten Platten, welche so zusammengebogen, und in verschiedenem Winkel mit einander verwachsen sind, dass sie zwischen sich eine Anzahl grosser hohler Kammern oder Zellen (*cavernous compartments*) von vier-, fünf- oder sechseckiger Gestalt einschliessen, welche mehr oder weniger abgerundete Ecken haben, unten scharf zugespitzt, oben offen sind und deren grösste Weite zwischen 5 bis $7^1/_2$ cm. variirt. Die *fenestrae* sind rundlich und kleiner als die Entfernungen zwischen ihnen. Die Platten sind zuweilen an ihrem Ende von mehr oder weniger vorragenden, kürzeren oder längeren Aesten durchzogen, welche sich oben allmählig verlieren. Das grössere von Mac Gilivray's Exemplaren war 9 Zoll hoch und hatte an seiner ausgedehntesten Stelle einen Umfang von 16 Zoll; der Stiel $1^1/_2$ Zoll im Durchmesser. Das grössere der beiden Exemplare des Museum Godeffroy ist 21 cm. hoch, 12 bis 13 cm. breit und der Umfang des Stiels 8 cm. Die Zahl der Kammern (*compartments*) ist bei diesem Exemplar 7, bei dem anderen 15.

Die *Zooecien* sind oval, mit ihrem oberen Ende etwas schräge aufgerichtet und tragen auf der Spitze den mit wulstigem Rande umgebenen Mund. Unterhalb desselben liegt auf der Vorderseite jedes Zooecium ein grosses Avicularium, dessen Oberschnabel lang und spitz, in der Regel schräge aufwärts gerichtet ist.

7a. **Adeona cellulosa var. ochracea.**

Australien (Museum Godeffroy No. 16044).

Es befinden sich in dem Museum Godeffroy nur kleine Fragmente, aus welchen die Form des ganzen Bryozarium nicht zu erkennen ist; wahrscheinlich ist es die A. cellulosa; doch ist die gelbliche Färbung eine von der aschgrauen der letzteren verschiedene und die fenestrae sind grösser. Es kann das übrigens von äusseren Einflüssen herrühren, so dass vielleicht nicht sowohl eine Varietät, als vielmehr veränderte Exemplare vorliegen. Zooecien, Mündungen und Avicularien sind wie bei A. cellulosa.

8. **Adeona albida** n. sp. — Taf. 1, Fig. 7.

„Gazelle" Meermaidstreet, N. W. Australien, 45—60 Faden. Berl. Mus. No. 181.

Etwa ein halb Dutzend Exemplare, meistentheils nur Fragmente, aber theilweise mit gut erhaltenen Aesten und Stielen. Das beste Exemplar ist fast 8 cm. lang und bis zu 6 cm. breit. Durch Grösse und Farbe und auch durch die Form der Zooecien von der A. cellulosa verschieden, gleichwohl aber durch die Bildung des Bryozoarium derselben so ähnlich, dass vielleicht doch nur eine Varietät vorliegt.

Das *Bryozoarium* bildet durch seine wellig gekrümmten und mit einander verwachsenen Platten mehrere (offene) Räume, zuweilen auch geschlossene Kammern

wie A. cellulosa. Die fenestrae sind rundlich, ungefähr gleich gross (2 mm. im Durchmesser) und gleich weit (3 mm.) von einander entfernt. Die Farbe ist weisslich grau, an einigen Stellen etwas dunkler, wie beschmutzt oder durch Rauch geschwärzt.

Die *Zooecien* sind viereckig, trapezförmig, in der oberen Ecke die kleine runde Mundöffnung, in der Mitte an jedem Zooecium das Avicularium, welches ein fast gleichseitiges Dreieck bildet, und unterhalb der Basis desselben in der Regel eine kleine runde Nebenpore.

II. Ueber den Bau des Bryozoarium von Adeona.

Cuvier's Charakteristik des Genus lautet einfach: „Les Adèones sont des Eschares portées sur une tige articulée.“ Dies ist im Allgemeinen richtig, und bleibt auch dann noch richtig, wenn man unter *Eschara* nicht, wie Pallas und auch noch Cuvier thaten, alle kalkigen, aus mehreren neben einander verlaufenden Reihen von Zooecien bestehenden Bryozoarien, sondern mit Milne-Edwards nur solche versteht, welche aus zwei, Rücken an Rücken liegenden Schichten von Zooecien bestehen, denn so ist allerdings die Platte der Adeonen auch gebildet. Das Unterscheidende, was *Adeona* sowohl von *Eschara*, als überhaupt von allen bisher bekannten Bryozoen trennt, liegt in dem eigenthümlichen Stiel; wozu dann noch bei einigen Arten das von diesem ausgehende, die Platte durchsetzende System von Aesten und Zweigen kommt. Eine genauere Beschreibung der Gattung, wie sie aus dem Studium der einzelnen Theile der in Vorstehendem charakterisirten Arten sich ergiebt, wird also in drei Theile zerfallen müssen, indem sie 1) die Platte, 2) die Aeste und Zweige und 3) den Stiel zum Gegenstande hat.

Fragt man aber zunächst, wie die drei oben genannten Autoren, welche uns Beschreibungen dieser Polypidenstöcke hinterlassen haben, diese einzelnen Theile ansehen, so findet man eine sehr verschiedenartige Auffassung. Lamouroux, welcher die Frage aufwirft, ob nicht vielleicht der Stamm das Product eines anderen Thieres als die Platte sei, verneint diese Frage selbst: die Substanz beider sei dieselbe, der eine Theil gehe allmählig*) in den anderen über und Peron, der diese Wesen an Ort und Stelle („dans le lieu même de leur croissance“) gesehen, habe ihm versichert, dass Stiel und Platte durchaus zusammengehörten. Dies ist jezt wohl auch nicht mehr zu bezweifeln. Dagegen vermuthet Lamouroux, dass im lebenden Zustande Stamm und Aeste, wie die Achse der *Isideen*, welche genau dieselbe Structur habe wie jene, mit einer die Polypen enthaltenden Rinde überzogen seien. — Lamarck ist anderer Ansicht; das Vorhandensein einer Rinde, welche bei *Eschara* auch nicht

---

*) Dass dies ein Irrthum ist, wird aus dem Folgenden erhellen.

vorkomme, sei durchaus nicht anzunehmen; der Stiel bestehe aus abgestorbenen Zooecien („Cellules anciennes et presque effacées").— Schweigger erwähnt der Ansichten seiner beiden Vorgänger nicht, giebt aber die seinige dahin an: so wie die *Coralline* eine im Entstehen versteinernde Pflanze und die *Nullipore* eine im Entstehen verkalkende thierische Masse, so sei die *Adeone* eine thierische Substanz, welche nach ihrer Entstehung eine Zeitlang fortwährend verkalke und erst in einem späteren Lebensstadium anfange Polypen zu bilden.

Alle diese Erklärungen scheinen mir nicht zutreffend. Die Untersuchung ergiebt über die 3 verschiedenen Theile von *Adeona* Folgendes:

1. Die Platte.

Der Haupttheil des Bryozoarium, der in dem Obigen als Platte (lamina) bezeichnet ist, besteht aus zwei durch eine dünne, aber doppelte (eigentlich aus 2 Lamellen zusammengesetzte) Kalklage von einander getrennten Schichten von Zooecien. Die chitinösen Zooecien einer jeden Schicht, im Quincunz gruppirt, mit ihrer Rückseite der Kalk-Lamelle aufliegend, aber nicht platt auf derselben, sondern schräge im spitzen Winkel mehr oder weniger aufgerichtet, wenden ihre mit einer Mundöffnung versehene Vorderseite nach aussen, so dass die Platte des Bryozoarium nach beiden Seiten Mundöffnungen hat. Dies Alles ist also vollständig wie bei der Gattung Eschara, insbesondere wie bei der *E. foliacea*, so dass die Adeonen zu Eschara gestellt werden müssten, wenn nicht die unten zu erwähnenden unterscheidenden Eigenthümlichkeiten hinzuträten. Uebrigens ist die Form der Zooecien, wie bei Eschara, länglich eiförmig; diejenige der Mundöffnung bei den meisten Arten rundlich, bei einigen auch halbmondförmig mit einem kleinen Schlitz in der Unterlippe. Auf der Aussenseite eines jeden Zooecium befindet sich grade unterhalb des Mundes oder etwas seitwärts ein Avicular-Organ, (*avicularium immersum*), dessen Unterschnabel in die äussere Decke des Zooecium flach einsenkt, dessen Oberschnabel dreieckig, mehr oder weniger lang und spitz ist und nach verschiedenen Seiten gerichtet, auch gerade abwärts zurückgeschlagen werden kann. Bei einigen Arten findet sich eine kleine rundiche Nebenpore (Afteröffnung?) unterhalb der Mundöffnung. Die ganzen mit diesen Oeffnungen und Avicularien versehenen beiden Oberflächen der Platte, auf welchen die Zooecien von einander durch Vertiefungen geschieden sind, sind immer mit Kalk bedeckt. Diese äussere Kalklage ist in der Regel sehr dünn und lässt die Form der Zooecien vollständig erkennen. Sie zeigt eine Anzahl kleiner Poren, in denen zuweilen Spuren von vorhandener oder vorhanden gewesener Chitinbekleidung zu erkennen ist. Die Poren sind, wie namentlich an Schliff-Präparaten der Oberfläche (Taf. 2 Fig. 10) deutlich sichtbar ist, insofern regelmässig gruppirt, als sie sich in einer dichten Reihe längs des inneren Randes eines jeden Zooecium hinziehen, während sie in dem Raum zwischen diesen Rändern und zwischen den beiden grösseren Oeffnungen des Mundes und der sogenannten Nebenpore ohne regelmässige Anordnung zerstreut sind. Diese kleinen Poren, welche nicht in das Lumen der Zooecien eindringen, bezeichnen die Ausgangspunkte feiner Röhren, welche die dünne Kalk-Ablagerung,

wie man an Querschnitten sieht, überall in der Richtung von Innen nach Aussen durchsetzen. Es sind Ausstülpungen der Ectocyste, aus welchen die umgebende Kalkschicht ausgesondert wurde. Wahrscheinlich wird in ähnlicher Weise durch Kalk-Aussonderungen aus der entgegengesetzten Seite des Zooecium die Kalklamelle gebildet, welche die beiden Zooecien-Schichten von einander trennt. — Dass durch diese aus zwei glatt aneinander liegenden Lamellen gebildete kalkige Zwischenwand feine Chitinröhren hindurchgehen, welche beide Zooecien-Schichten mit einander verbinden, ist wahrscheinlich, aber bis jetzt nicht nachzuweisen gewesen; nur hier und da (lange nicht bei allen Zooecien) zeigen sich Spuren einer den Kalk durchdringenden röhrigen Oeffnung.

Die so beschaffene, aus zwei Zooecien-Schichten gebildete Platte, der Haupttheil der Adeona, besteht bei einer Species (*A. foliacea*) aus einer Anzahl von einander völlig getrennter, durch besondere Stiele an einem gemeinschaftlichen Stamme befestigter, entweder blatt- oder bandförmiger Lappen; bei den übrigen Arten dagegen aus einem fächer- oder scheibenförmigen Körper, welcher von zahlreichen mehr oder weniger grossen Oeffnungen (fenestrae) durchbohrt ist, (Taf. 1 Fig. 3—8); oder es sind mehrere solcher durchlöcherter Platten senkrecht aufeinander oder in verschiedenen Winkeln mit einander verwachsen. Die fenestrae, welche in ähnlicher Weise, aber viel kleiner, bei der viel kleineren und nur aus einer Schicht von Zooecien bestehenden *Retepora* sich gleichfalls finden, fehlen den Escharen und geben den Adeonen, selbst ohne den Stiel, ihr eigenthümliches Gepräge, sind aber nur secundär; sie fehlen bei *A. foliacea*. Vergleichung dieser Species und der übrigen Arten mit der zwischen beiden vermittelnden *A. intermedia* weist den Zusammenhang zwischen beiden nach.

Vergleicht man nämlich auf unserer Taf. 1 die Fig. 3 und 4, welche Exemplare der *A. intermedia* darstellen, mit Fig. 1, welche die Copie eines einzelnen Blattes der von Schweigger abgebildeten *A. foliacea* Lrx. giebt, so zeigt sich, dass die Bildung beider genau dieselbe ist, nur dass bei der einen Art die einzelnen Lappen, welche den Lappen des (hier abgebildeten) Blattes der anderen Art entsprechen, theilweise mit einander verwachsen sind und wo sie sich nicht berühren, Lücken offen lassen, welche eben die bei der *A. foliacea* vermissten fenestrae sind. Die letztere Art würde, wenn die Blätter mit einander verwüchsen, ähnliche fenestrae bilden. An anderen Stücken der *A. intermedia* ist das Verwachsen der einzelnen Lappen weniger oder gar nicht mehr zu erkennen; die Lücken oder Löcher erscheinen dann ganz so wie bei den anderen Arten von Adeona. Noch bestimmter tritt diese Analogie hervor, wenn man sich statt der mehr blattförmigen Verzweigungen der von Schweigger abgebildeten *A. foliacea* die langen, welligen Bänder unserer Varietas *fascialis* (Fig. 2) zu einer Platte verwachsen denkt.— Man wird also gewiss nicht irren, wenn man die durchlöcherten Platten der Adeonen als ein netzförmiges Geflecht von anastomosirenden Zweigen auffasst; bei der A. folioacea fehlt nur die Anastomose.

2. Stamm und Aeste.

Während hiernach die Platte der Adeona die doppelte, Rücken an Rücken liegende Zooecienschicht mit den Escharen, die netzförmige Verwachsung ihrer Theile

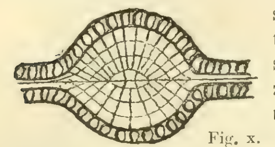
mit den Reteporen gemein hat, zeichnet sich dagegen unsere Gattung von allen anderen durch das merkwürdige System von Stamm, Wurzeln, Aesten und Zweigen aus, welche die Platte tragen und theilweise dieselbe durchsetzen. Man bleibt lange in Zweifel darüber, wie man diese ungewöhnlichen Gebilde aufzufassen habe. Genauere Betrachtung aber lässt zunächst wieder zwei ganz verschiedene Bildungen unterscheiden; es zeigt sich nämlich, dass der das Bryozoarium tragende Stiel in zwei Theile zerfällt, von denen der obere mit seinen die Platte durchsetzenden und in derselben sich allmählich verlierenden Verzweigungen ganz anders gebildet ist, als der untere nebst seinen als Haftwurzeln dienenden Abzweigungen. Wir werden jenen oberen Theil des Stiels vorzugsweise als Stamm, den anderen (uneigentlich) als Wurzelstock*) bezeichnen und legen bei der Beschreibung des ersteren zunächst ein von der „Gazelle" mitgebrachtes Exemplar von *A. arborescens* (No. 215) zu Grunde, bei welcher Species der Stamm mit seinen Aesten und Zweigen sehr stark, bei Weitem stärker als bei den anderen Arten entwickelt ist.

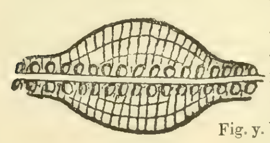
An diesem Exemplar (Taf. 1 Fig. 6), an welchem die ganze eine Hälfte abgebrochen ist, theilt sich der obere Theil des Stiels an der Stelle, wo die Platte beginnt, in drei starke Aeste. Der eine ist abgebrochen, die beiden anderen theilen sich bald wieder in mehrere Zweige, die sich wiederum verzweigen. Der dickste der beiden Hauptäste hat an seiner Basis über 7 mm. im Durchmesser und seine Wölbung ragt auf jeder Seite der Platte fast 3 mm. über die Oberfläche derselben hervor. Die Aeste und Zweige, welche dem unbewaffneten Auge glatt erscheinen und schon dadurch von der mit Zooecien bedeckten Platte verschieden sind, stechen auch durch ihre hellgraue Färbung von der dunkelbraunen Platte ab. Bei *A. grisea* ist das Alles in viel geringerem Maasse der Fall; auf dem Exemplar der „Gazelle" (Nr. 221) z. B. ist nur ein Hauptast mit wenigen Nebenzweigen (Taf. 1 Fig. 8), höchstens 4 mm. dick, nicht hoch hervorragend, und in Farbe gar nicht von der Platte unterschieden; auf dem von Lamouroux abgebildeten Exemplar finden sich nur 2 Hauptäste ohne alle Nebenzweige; auf dem von Schweigger abgebildeten sind nur undeutlich die Anfänge eines einzigen Astes zu erkennen; u. s. w., ebenso auf verschiedenen Exemplaren des Museum Godeffroy.

Alle diese Aeste und Zweige sind kahl, d. h. weder mit einer Zooecien-Schicht, noch auch (wie Lamouroux vermuthete) mit einer Rinde überzogen. Allerdings haben sie zuweilen, wie bei unserer *A. arborescens*, äusserlich das Ansehen der von ihrer Rinde entblössten steinernen Axe (sclerobasis) einer Isis oder einer Gorgonie und könnten deswegen leicht (wie von Lamouroux geschehen ist) als ein jener analoges Gebilde angesehen, gewissermaassen für das Scelett des ganzen Bryozoarium gehalten werden, welches innerhalb der aus Zooecien bestehenden Platte sich entwickelt hätte. Dem ist aber nicht so. Wäre das der Fall, so würden die Zooecien zunächst den Ast selbst überzogen haben, dieser zwischen beiden Schichten

*) Es kann, wie ja bei den Bryozoen überhaupt, auch hier nur von Haftwurzeln, nicht von dem Ernährungsorgan der Pflanzen die Rede sein.

sich befinden und die Letzteren zu beiden Seiten desselben sich wieder vereinigen. Der Querschnitt durch einen solchen Ast würde eine Figur (etwa wie die nebenstehende Fig. x.) zeigen, in welcher man an der betreffenden Stelle die rundliche Masse des Astes zwischen die beiden Schichten von Zooecien hineingezwängt sähe. So aber ist der wirkliche Durchschnitt nicht. In diesem (nebenstehend Fig. y und Taf. II Fig. 12) sieht man vielmehr die beiden Schichten der Platte in gerader Linie mitten durch die runde Masse des Astes hindurch gehen, unten und oben von der Kalkmasse, welche den Ast bildet, überwuchert. Dies ist überall der Fall, wie die Bruchflächen der abgebrochenen Aeste und Zweige zeigen, deren unser Exemplar der A. arborescens wohl ein Dutzend hat. An der einen Stelle ist der Bruch so beschaffen, dass von der oberen Hälfte des Astes ein kleineres Stück stehen geblieben ist als von der unteren; durch das Absplittern des oberen Theils ist eine Anzahl der darunter befindlichen Zooecien in der Art bloss gelegt, dass ganze Reihen der inneren Hohlräume der Zooecien sichtbar werden. Es muss also die Platte oder doch der von dem Aste bedeckte Theil derselben früher vorhanden gewesen sein und beide Hälften des Astes müssen nachher darunter und darüber sich angesetzt haben, ohne Zweifel als Producte der schon vorhandenen Zooecien. Wie aber haben sie sich gebildet?


Fig. x.


Fig. y.

Die am nächsten liegende und wie es scheint auch von Lamarck adoptirte Annahme wäre, dass über der die Platte bildenden Schicht von Zooecien, wie bei mehreren Cellepora-Arten häufig geschieht, andere Schichten von Zooecien sich gelagert hätten und abgestorben wären. Dann müssten aber die Zooecien der untersten Schichten abgestorben sein, nachdem die jüngeren Generationen sich darüber gelagert und ihnen die Communication mit dem umgebenden Wasser abgeschnitten hätten. Die jüngeren würden erst später verschwunden sein, die noch jüngeren noch später u. s. w. und es bliebe unerklärlich, warum gerade die Zooecien der innersten, also ältesten Schichten am besten erhalten und im Durchschnitt des Zweiges (Taf. II Fig. 11, 12) nur allein noch als Zooecien zu erkennen sind. Ebenso unzulässig ist die Annahme, dass über den Zooecien der Platte andere gelegen hätten, welche nicht abgestorben, sondern gar nicht zur Entwickelung gekommen wären. Quer- und Längsschnitte durch die Aeste zeigen vielmehr Folgendes:*)

Die Zooecien der Platte senden, wie oben erwähnt, aus ihrer nach aussen liegenden breiten Seite sehr feine chitinöse Röhrchen aus, welche Kalksalze absondern. Diese Chitinröhren sind an den übrigen Theilen der Platte ganz kurz, werden aber

*) Für die nachfolgenden Angaben über die Aeste und den Stiel der Adeona sind mir die Untersuchungen, Präparate und Zeichnungen des Herrn Dr. Phil. K. Kräpelin in Hamburg, dem ich für seine freundliche Hülfe dankbar bin, von besonderem Nutzen gewesen.

da, wo ein Ast sich bilden soll, allmählig länger und zwar viel länger als an den anderen Stellen und in demselben Maasse wird auch die ausgesonderte Kalkschicht, die sonst auf der Platte nur ganz dünn ist, hier sehr viel dicker, so dass sie die Zooecien vollständig bedeckt. Wo der so gebildete Ast, der in der Regel stielrund und also auf beiden Aussenflächen der Platte hoch gewölbt ist, am dicksten, also am ältesten ist, besteht die denselben bildende Kalkmasse aus mehreren über einander liegenden concentrischen Schichten (Fig. 12 u. 13), als wenn die Kalkabsonderung in Absätzen vor sich gegangen wäre, vielleicht periodisch ganz geruht hätte, indem sich zwischen den Schichten kleine Lücken zeigen; übrigens aber lässt sich in der Schlifffläche des Querschnittes der Lauf der von den Zooecien ausgehenden feinen Röhren bis an die Oberfläche des Astes verfolgen. Sie steigen im Allgemeinen senkrecht, aber nicht ganz gerade, sondern mit einer leichten Biegung in die Höhe. Auch auf der Oberfläche der Aeste sind sie bei genügender Vergrösserung zu erkennen. Diese zeigt sich durch Vertiefungen in unregelmässige, länglich viereckige Felder getheilt, deren Anzahl ohne Zweifel mit derjenigen der tief darunter liegenden Zooecien übereinstimmt, und in denen auch die Enden der von den Zooecien ausgehenden Haarröhren als zahlreiche kleine Poren sichtbar sind.

Was die unter diesen Kalkmassen begrabenen Zooecien selbst anlangt, so ist ihre Form und ihre Lage dieselbe, wie diejenige der übrigen Zooecien der Platte, nur scheint ihnen die Mundöffnung zu fehlen. Durch die Untersuchung war nicht zu entscheiden, ob dieselbe durch die weitere Entwickelung, starke Verkalkung etc. zu Grunde gegangen oder vielleicht von Anfang an gar nicht vorhanden war. Wäre Letzteres der Fall, so würden in diesen Zooecien auch keine Polypiden vorhanden gewesen sein, welche die Mundbildung in den Zooecien bewirken. Wir hätten dann also anzunehmen, dass in den Platten von Adeona und zwar in beiden Schichten von Zooecien, welche dieselbe bilden, lange und breite Reihen von Abortiv-Zooecien entstehen, welche nach Innen keine Polypidenknospen, statt dessen aber nach Aussen viel längere Chitinröhrchen, als die übrigen Zooecien, und dadurch auch die viel grösseren Kalkablagerungen entwickeln. Die Wahrscheinlichkeit spricht aber gegen eine solche Annahme, welche voraussetzen würde, dass eine lange Reihe von Zooecien, eins aus dem anderen hervorgehend, fortwachsen könne, ohne dabei der Hülfe der die Ernährung beschaffenden Polypiden zu bedürfen. Man wird also annehmen müssen, dass die in den Aesten verborgenen Zooecien ursprünglich eben so beschaffen waren, wie die übrigen Zooecien der Platte und dass nach Absterben (und Nichterneuerung) ihrer Polypiden, Mund und Nebenpore sich wieder schlossen und verwuchsen, als die immer dicker werdenden Kalkablagerungen des Astes die sonst durch den Mund vermittelte Communikation nach aussen ohnehin unmöglich machten.

Die Aeste sind übrigens kein wesentlicher Bestandtheil der Adeonen; sie scheinen bei einzelnen Arten z. B. bei *A. cellulosa*, jedenfalls aber bei sehr vielen Exemplaren, zu fehlen. Wo sie vorhanden sind, vereinigen sie sich nach unten zu einem dicken Stamm, der in den biegsamen Stiel übergeht, welcher das ganze Bryozoarium trägt.

3. Stiel und Wurzel.

Was endlich den Stiel anlangt, so stellt sich derselbe dem unbewaffneten Auge dar als ein — bei *A. folicea* Lamouroux und wahrscheinlich bei der mir unbekannten *A. elongata* Lamouroux — langer, schlanker, bei den übrigen Arten kurzer, dicker Stamm, welcher wenn nicht in seiner ganzen Länge, so doch in einem grossen Theil derselben mit ihn ringförmig umgebenden, wulstigen und höckerigen Kalkschichten bedeckt scheint. Diese Ringe berühren sich nicht, sondern sind mehr oder weniger weit von einander entfernt. Sie sind von verschiedener Dicke und auch derselbe Ring ist nicht überall gleich stark. Die Zwischenräume zwischen den (scheinbaren) Kalkringen sind gleichfalls von verschiedener Dicke (1 bis $1^1/_2$ mm.). Ausgefüllt wird jeder dieser Zwischenräume durch ein System von kleinen, senkrecht auf die Fläche des Kalkringes und parallel mit einander stehenden, oft gruppenweise einander genäherten Röhrchen von chitinöser Substanz. Diese etagenartig übereinander gelagerten Ringe von Kalkmasse und von Chitinröhren, welche den Stiel zu umgeben scheinen, sind nach oben zu, wo der nackte platte Stamm aus der Umhüllung hervortritt, verschwunden, (Fig. 6) aber nicht plötzlich, sondern nur allmählig, indem sie einzelne Ausläufer in Form von spitzen Lappen nach oben ausstrecken, so dass also bei diesem oberen Ende schon nach dem äusseren Ansehen nicht mehr von Ringen die Rede sein kann. Genauere Untersuchung am unteren Theil ergiebt aber, dass auch hier nicht etwa den glatten Stamm umgebende Ringe vorhanden sind, sondern dass jener hier ganz verschwunden und nur noch der etagenartige Bau von abwechselnd aus Kalk und aus Chitin bestehenden Schichten vorhanden ist. Hat man ein vollständiges, gesundes Exemplar vor sich, so scheint jener obere Theil allmählig in den eben charakterisirten unteren, den wir (Seite 15) als Wurzelstock bezeichnet haben, überzugehen, wie auch Lamouroux angiebt. Vergleicht man aber weniger gut erhaltene Exemplare, an welchen der Wurzelstock theilweise oder auch ganz zerstört ist, so überzeugt man sich bald, dass ein allmähliger Uebergang nicht statt findet, sondern dass die Sonderung beider Theile eine ganz scharfe ist. Der glatte Obertheil, der Stamm, dessen Struktur genau mit seinen oben beschriebenen Aesten und Zweigen übereinstimmt, nur dass die beiden Zooecien-Schichten, wo sie noch nicht seitwärts in die Platte übergehn, ringsum von der Kalkmasse umgeben sind (Fig. 13) läuft nach unten spitz zu und die so gebildete Spitze ist in der Regel eingefügt in eine, ihrer Form genau entsprechende Höhlung am oberen Ende des ganz anders construirten Wurzelstockes. Aber auch dies ist keineswegs immer der Fall. Wir geben auf Taf. III einige Abbildungen, um die sehr verschiedenen Formen zu zeigen, in welchen sich der Stamm mit dem Wurzelstock verbindet. Fig. 14 und 15 sind die gewöhnlichen Formen, bei welchen das spitze Ende des Stammes, in die Wurzelmasse eingesenkt, nicht sichtbar ist; bei Fig. 16 und 17 dagegen ist der Wurzelstock so gebildet, dass er die Spitze des Stammes an einer oder auch an zwei Seiten ganz unbedeckt lässt; bei Fig. 18 und 19 berührt die nur wenig entwickelte Wurzel den Stamm überhaupt nur an einer Stelle und lässt die ganze Spitze unbedeckt; bei Fig. 20 fehlt die Wurzel ganz, wobei freilich unentschieden bleiben

muss, ob sie — was das Wahrscheinlichere ist — an dem (stark verkalkten und abgestorbenen) Exemplar abgefallen oder ob sie gar nicht vorhanden gewesen war.

Wo der Wurzelstock vorhanden und völlig entwickelt ist, theilt er sich nach unten zu in mehrere, oft sehr zahlreiche, ebenso beschaffene, nur viel dünnere Verzweigungen, mit welchen sich das Bryozoon am Grunde des Meeres, an Steinen, Korallen u. s. w. festklammert (Fig. 14 u. 15).

Dieser kalkige, aber durch die mehr erwähnte chitinösen Zwischentheile gegliederte Wurzelstock nebst seinen ebenso gegliederten Wurzelausläufern ist biegsam. Der gleichfalls kalkige aber ungegliederte Stamm ist starr und unbiegsam.

Die im Wurzelstock mit einander abwechselnden Schichten von Kalkmasse und Chitinröhren sind ziemlich unregelmässig geformt, so dass ihre Theilungsflächen in der Regel nicht mit einander parallel, sondern in verschiedenen Winkeln geneigt übereinander liegen. Ein Querschnitt durch den Stock, welcher beide Arten von Schichten durchschneidet, zeigt deswegen den allmähligen Uebergang von der einen in die andere. Man erkennt, wenn die Schnittfläche geschliffen wird, auf derselben bei genügender Vergrösserung (Fig. 21) an der Stelle, wo die Chitinschicht durchschnitten wurde, die verhältnissmässig grossen, ziemlich unregelmässig geformten, etwas eckigen Oeffnungen der Röhren, sieht dieselben dann, wo die Röhren im Kalk eingebettet sind, allmählig kleiner werden und noch weiter, in der Kalkmasse selbst, sieht man nur ganz kleine Poren, welche die durch die Kalklage hindurch gehenden Verbindungen zwischen zwei Lagen von Chitinröhren bezeichnen. Dem entspricht auch das Bild, das ein parallel mit der Achse des Stockes geführter Längsschnitt unter dem Mikroskop zeigt. (Figur 22). Man erkennt hier deutlich die Gruppen von kurzen, verhältnissmässig dicken Chitinröhren, welche an ihren beiden Enden sich in die Kalkschichten verlieren. Wird der Kalk durch Behandlung mit Salzsäure entfernt, so zeigen sie sich in ihrer ursprünglichen Gestalt. Es sind cylindrische, 1 mm. lange, etwas gebogene, oben und unten gestutzte, übrigens nicht ganz geschlossene Schläuche Man könnte sich versucht fühlen, diese Chitingebilde für Zooecien zu halten. Es fehlt ihnen aber, und zwar hier gewiss von Anfang an die allen Chilostomen zukommende, mit einem Deckelapparat versehene Mundöffnung. Sie können deswegen auch keine Polypiden enthalten haben, denen die durch den Mund vermittelte Communication nach aussen gefehlt haben würde. Als Zooecien kann man deswegen diese wurstförmigen Schläuche nicht bezeichnen *), sondern nur als Cystiden, in dem Sinne, wie Nitsche diese Bezeichnung in seiner Abhandlung über die Morphologie der Bryozoen (Beiträge Heft 2 pag. 102 u. ff.) erläutert. Der genannte Verfasser führt 8 verschiedene Modificationen von Cystiden bei den chilostomen Bryozoen auf. Die beiden letzten Nummern, nämlich „7. Stammglieder bei den Vesicularien und 8. Wurzelfäden" würden noch am ersten die hier in Rede stehenden Schläuche zu umfassen scheinen, doch sind diese

---

*) Schon nach der Wortbedeutung nicht. Die Bezeichnung *Zooecium* hat, wenn ich nicht irre, Smitt zuerst gebraucht und im Schwedischen mit *djurhus* übersetzt; Beides bedeutet Thiergehäuse.

von beiden verschieden. Der Stamm der Vesiculariaden, namentlich der Serialarien enthält allerdings eine lange Reihe von Cystiden, welche mehr oder weniger von einander entfernt durch dünne Röhren mit einander in Verbindung stehen, ebenso geformt wie diejenigen des Wurzelstocks der Adeona und ohne Polypiden; sie knospen aber an der einen Seite wirkliche Zooecien, welche Polypiden enthalten und also die Ernährung des Stockes vermitteln. Davon kann aber bei unseren Wurzelstock-Cystiden nicht die Rede sein. Ebensowenig lassen sich diese mit den Wurzelfäden anderer Chilostomen oder Vesculariaden vergleichen. Es sind kurze Schläuche von der eben beschriebenen Form, zuweilen an dem einen oder dem anderen Ende etwas eingeschnürt; an beiden Enden sind sie in 2, 3 oder mehr kleine hohle Spitzen ausgezogen und aus diesen zweigen sich ganz feine Chitinröhren ab, welche sich durch die darüber und darunter liegenden Kalkschichten fortsetzen und die Verbindung zwischen den durch diese Kalkschichten getrennten Schichten von aufrechtstehenden, wurstförmigen Chitingebilden herstellen. Die geschliffene Fläche des Längsschnittes (Fig. 22) zeigt, dass die feinen Verbindungsröhren nicht gerade durch den Kalk hindurchgehen, sondern in mehr oder weniger gewundenen und gebrochenen Linien verlaufen, nach allen Seiten Ausläufer aussenden und vielfach mit einander anastomosiren. Aus diesen Röhren hat sich der Kalk ausgeschieden. Ganz anders die Haftwurzeln der anderen Chilostomen. Diese sind meines Wissens immer nur einfache chitinöse Röhren, zuweilen etwas mit Kalk incrustirt, welche bei einigen Arten aus den untersten Zooecien knospen und zum Boden hinablaufen, bei anderen auch aus höher gelegenen Zooecien frei in die Luft hängen. Auch die oft recht langen und schlanken Stiele von Bicellaria, Bugula, Catenicella sind eben solche Röhren oder aus solchen zusammengewunden. Am meisten würden noch, wenigstens dem äusseren Ansehen nach, die Cystiden in der Adeona-Wurzel den bei den gegliederten Chilostomen, namentlich bei den Catenicellen, einigen Cellulariden und besonders den Cellariden vorkommenden, (bei den letzteren verhältnissmässig dicken) Strängen entsprechen, welche die einzelnen Glieder oder Segmente des Bryozoarium mit einander verbinden und dem letzteren seine Biegsamkeit verleihen. Die kurzen Röhren, aus welchen diese Stränge bestehen, haben aber augenscheinlich eine ganz andere Stellung und Bestimmung im Bryozoarium; sie sind eben nur bestimmt, die Verbindung zwischen den in dem älteren Segment befindlichen Zooecien mit denen des jüngeren zu vermitteln, während in dem Wurzelstock der Adeona und seinen oft recht langen Ausläufern, von Zooecien und Polypiden überhaupt nichts zu finden ist und vielmehr die hier in Rede stehenden Gruppen wurstförmiger Chitin-Schläuche den für das Vegetiren und Wachsen des Wurzelstocks wesentlichsten Theil desselben bilden und mittelst eines, die zwischen den einzelnen Gruppen befindliche dicke Kalkschicht durchsetzenden Geäders von feinen Röhrchen mit einander verbunden werden.

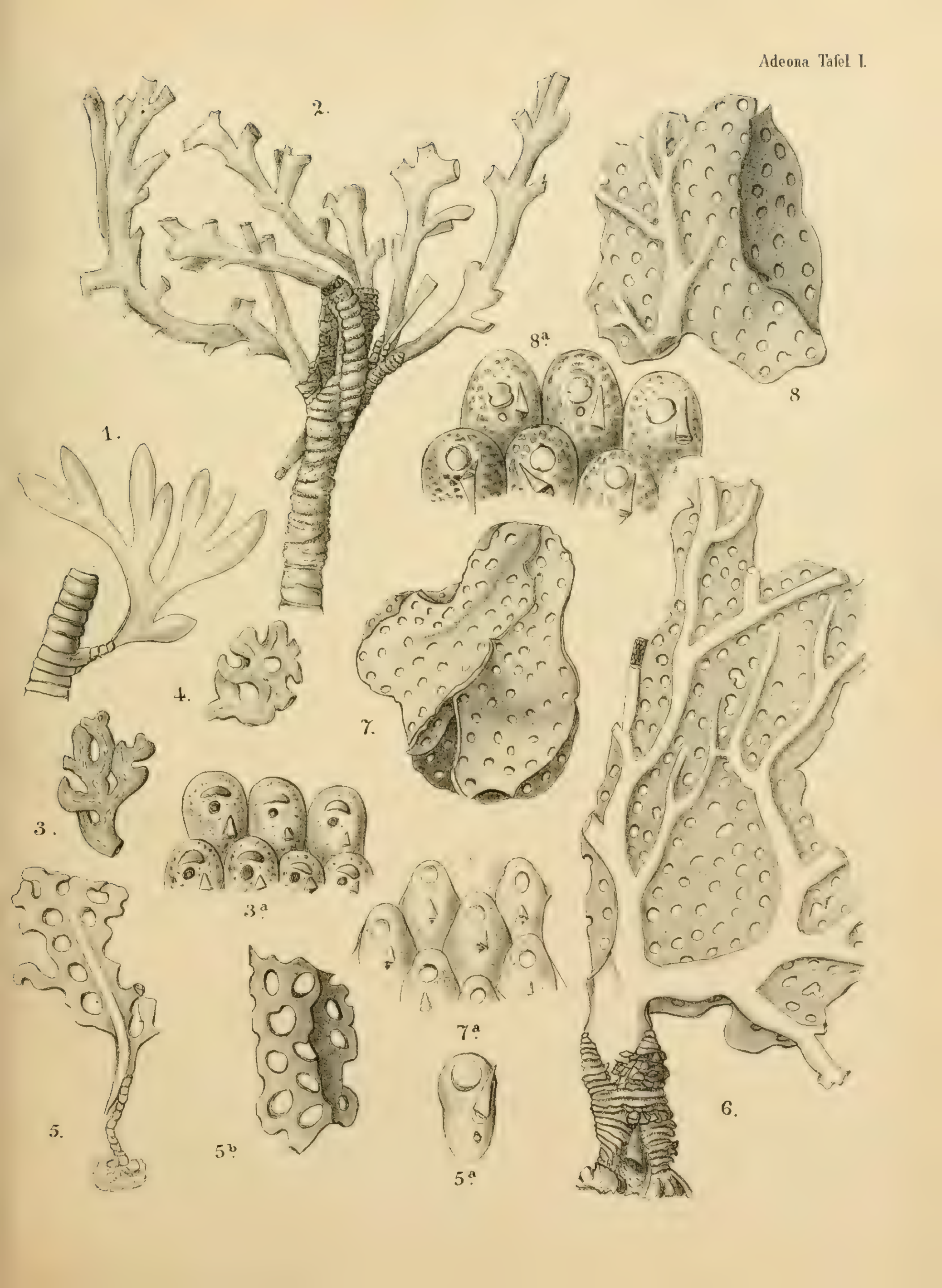
Nach dieser Darstellung der verschiedenen Theile des Bryozoarium von Adeona wird man Stamm und Aeste, Wurzelstock und Stolonen nur als secundäre, die Platte aber als den wesentlichen Theil derselben anzusehen haben. Sie allein erzeugt und enthält die Polypiden. Sie wird ohne Zweifel auch zuerst entstanden sein. In ähn-

licher Weise wie bei anderen Chilostomen und wie Nitsche (Beiträge: Heft II.) bei *Membranipora* (Flustra) *membranacea* ausführlich beschrieben hat, werden auch hier die sämmtlichen Zooecien ursprünglich aus einem einfachen (oder doppelten) Mutterzooecium hervorgegangen sein, indem zunächst aus demselben durch Knospung nach aussen eine jüngere Generation entstand, aus dieser wieder eine jüngere, aber zahlreichere u. s. w. Der ganze Bau der Adeona lässt vermuthen, dass das primäre Zooecium sich in der mehrerwähnten untersten Spitze des Stammes befunden habe und dass die Vermehrung durch Knospung in der Richtung nach oben vor sich gegangen sei, indem sich an den oberen (distalen) Enden der Zooecien einer älteren Generation immer wieder eine jüngere, jedesmal in einer längeren Reihe, entwickelt hat. So bildet sich aus dem kurzen allmählig breiter werdenden Stamm, dessen Zooecien-Reihen bald sich fächerförmig ausbreiten und wachsen, die grosse breite Platte aus. Dass die ältesten, den Stamm bildenden Zooecien nach Erreichung eines gewissen Alters keine Polypiden mehr erzeugen und sich in der oben (St. 17) angegebenen Weise mit einer dicken Kalkschicht umgeben, ist leicht erklärlich. Es entsteht so der kurze, stielrunde, unten spitze, kalkige Stamm. Weniger leicht erklärt sich die Entstehung der die Platte zu beiden Seiten durchziehenden Aeste, doch wird man auch hier annehmen können, dass es die dem Bau der Platte zu Grunde liegenden, fächerförmig verzweigten ältesten Zooecien-Reihen sind, welche die Fähigkeit immer wieder neue Polypiden zu erzeugen verloren haben und nun statt der Knospung nach innen, nach aussen die zahlreichen langen feinen Röhrchen erzeugen, welche fortwachsend den die Aeste bildenden Kalk aussondern. — Anders verhält es sich mit dem Wurzelstock. Dass die wurzelartigen Ausläufer sich bei den chilostomen Bryozoen erst später ansetzen, ist eine bekannte Thatsache. Man wird dasselbe von dem Wurzelstock der Adeona annehmen dürfen, so sehr dieser auch von Allem was sonst bei Bryozoen als Haftwurzel vorkommt, durch Grösse, Stärke und eigenthümliche Bildung sich unterscheidet. Dass etwa umgekehrt der Stamm aus der Wurzel hervorgegangen sein könnte, wird bei manchen Exemplaren — z. B. bei den auf Taf. III Fig. 16—19 abgebildeten — schon durch den Augenschein widerlegt. Die eigenthümlichen, zu Gruppen vereinigten Cystiden des Wurzelstocks müssen Sprossen des primären oder der nächsten Zooecien der unteren Spitze des Stammes sein. Ihr Zusammenhang mit den letzteren wird vermittelt durch die feinen Chitinröhren, welche, wie oben (Fig. 13) angegeben, von den Zooecien des Stammes ausgehen und den umgebenden Kalk durchsetzen und durch die anderen feinen Chitin-Röhren, welche von dem oberen Ende der Chitin-Schläuche des Wurzelstocks ausgehen und durch die darüber lagernde Kalkschicht dringen. Wo der Wurzelstock die Spitze des Stammes berührt, werden auch die Enden der beiderseitigen feinen Haarröhrchen sich berühren. So mit einander zusammenhängend, mögen sie die Entstehung der obersten Gruppe von Wurzel-Cystiden vermittelt haben, und von dieser würden dann in ähnlicher Weise die nach unten zu folgenden Gruppen abstammen, aus denen sich der ganze oben beschriebene Etagenbau unterhalb des Stammes zusammensetzt. Fertig wird dieses ganze, abwärts wachsende Wurzelgebilde wohl

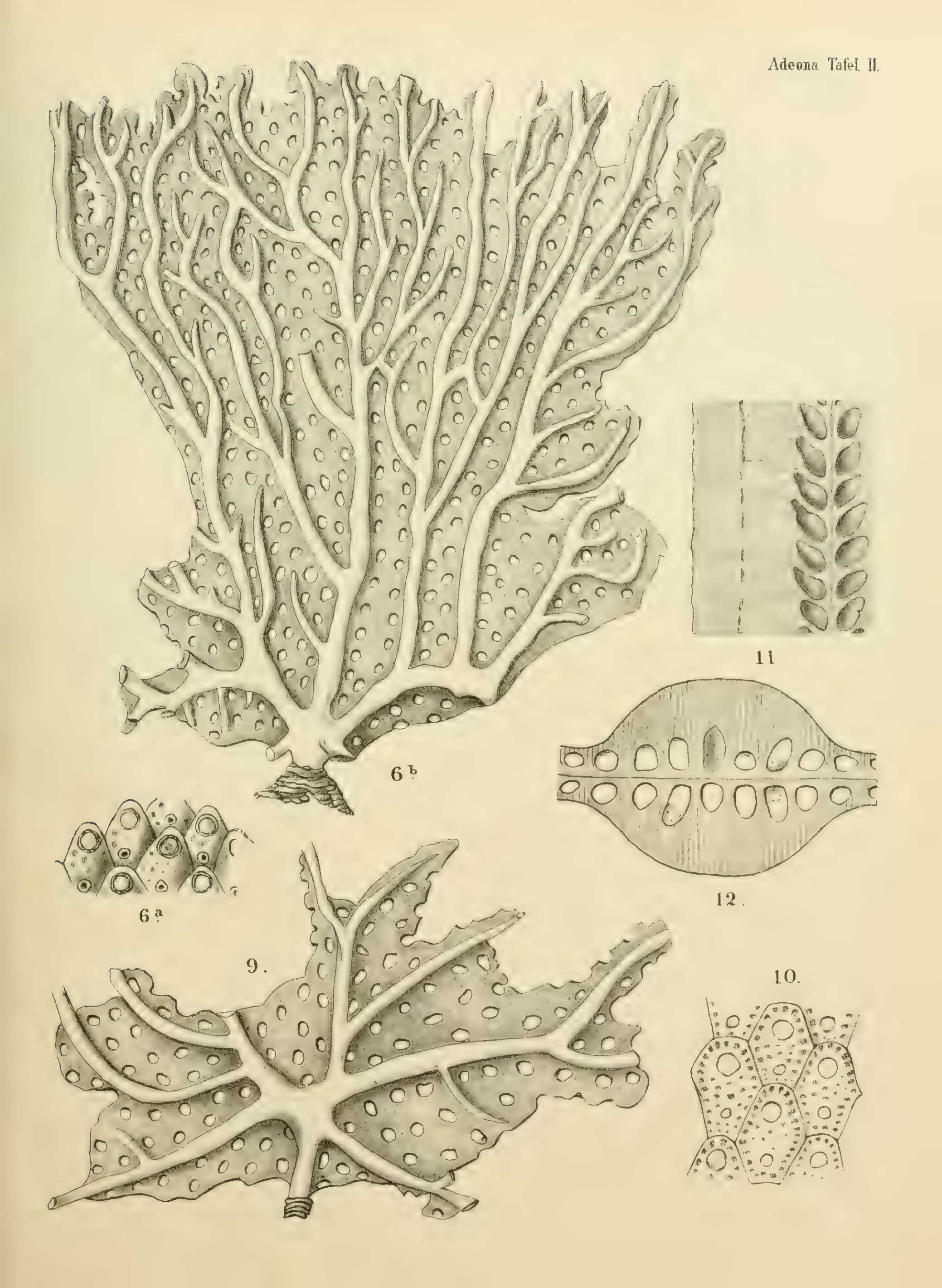
erst dann, wenn der Oberbau soweit vorgeschritten ist, dass die immer breiter und schwerer werdende Platte eines festeren Haltes und zugleich einer biegsamen Unterlage bedarf, um den Bewegungen des Meeres zu widerstehen.

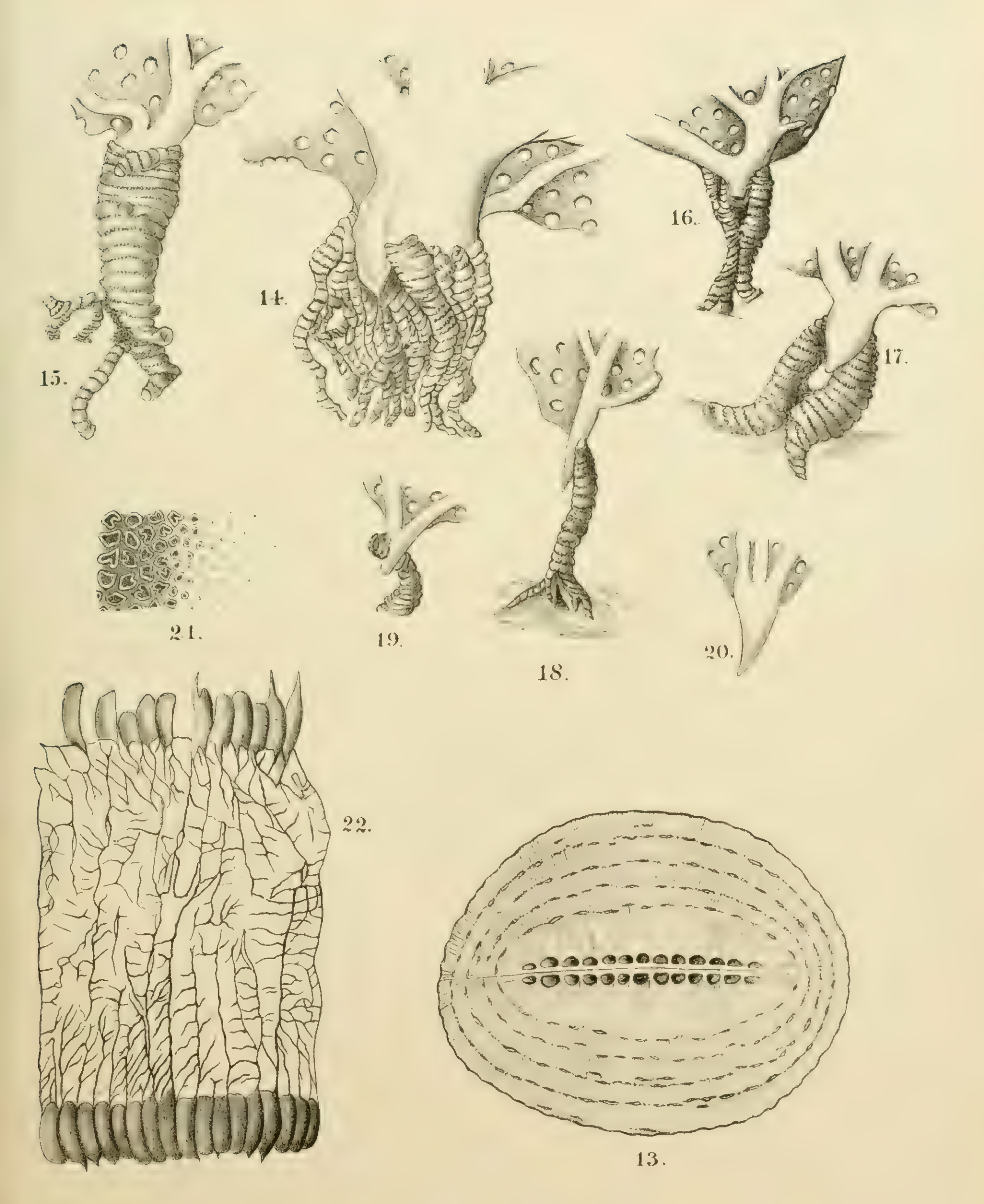
In dieser Weise würde sich die Entwickelung des merkwürdigen Baues der Adeona (von welcher eine genügende Erklärung zu geben Lamouroux als unmöglich bezeichnete) vielleicht doch wohl grösstentheils erklären lassen; wenigstens scheinen die aufgestellten Vermuthungen bei genauerer Betrachtung der abgestorbenen Kalk- und Chitin-Gerüste sich von selbst zu ergeben; immerhin aber bleiben es nur Vermuthungen, welche der Bestätigung durch die Untersuchung lebender Exemplare harren müssen und in dieser Beziehung gilt noch immer, was Lamouroux vor mehr als 50 Jahren am Schluss seiner Beschreibung von Adeona bemerkte: „il faut attendre qu'un naturaliste, en parcourant les plages presque désertes de la Nouvelle Hollande, soulève le coin du voile dont la nature couvre cette partie de ses mystères.“





1.
2.
3.
3a.
4.
5.
5a.
5b.
6.
7.
7a.
8
8a.


6b
6a
9.
10.
11
12.


15.
14.
16.
17.
21.
19.
18.
20.
22.
13.

Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren, mit Ausnahme der Figuren 1, 14, 17—20, nach Exemplaren des Berliner Museum von der Reise der „Gazelle".

Taf. I.

Verschiedene Species von Adeona.

Fig. 1. *Adeona foliacea* Lrx; ein einzelner Zweig, nat. Gr., nach Schweigger (Beob. auf naturh. Reisen. Taf. 1.).

Fig. 2. *A. foliacea* Lrx. *Var fascialis* aus Australien; nat. Gr.

Fig. 3. *A. intermedia* n. sp., vom Cap d. g. Hoffnung; nat.Gr. — 3a. Einige Zooecien vergrössert.

Fig. 4. Anderes Exemplar derselben Species vom Cap; nat. Gr.

Fig. 5. *A. macrothyris* n. sp., aus Australien; nat. Gr. — 5a. ein einzelnes Zooecium vergr. 5b anderes Empl.; n. Gr.

Fig. 6. *A. arborescens* n. sp., von Dirk Hartog in Australien.

Fig. 7. *A albida* n. sp., aus Australien (Meermaidstreet), nat. Gr. 7a Zooecien vergr.

Fig. 8. *A grisea* Lrx., aus Australien (vor Dirk Hartog), n. Gr. 8a Zooecien vergr.

Taf. II.

Platte und Aeste von Adeona.

Fig. 6b. *A arborescens* n. sp., aus Australien; anderes Exempl. aus derselben Gegend wie Fig. 6, n. Gr., um die Verästelung zu zeigen. — 6a einige Zooecien der Platte vergr. —

Fig. 9. Anderes Exemplar mit abweichender Verästelung; n. Gr.

Fig. 10. *A grisea* Lrx.; Schliff der Platte, vergr.

Fig. 11*) *A arborescens*; Schliff eines Längsschnittes durch einen Ast, senkrecht zur Platte, vergr.

Fig. 12. *A arborescens;* Querschnitt durch einen Ast, geschliffen, vergr.; in einzelnen Lücken noch ganze oder halbe Zooecien.

*) Die Figuren 11, 12, 13, 21 u. 22 nach Zeichnungen von Herrn Dr. Kraepelin.

Taf. III.

Stamm und Wurzelstock von Adeona.

Fig. 13. Schliff eines Querschnittes durch den Stamm, wo derselbe noch ausserhalb der Platte sich befindet, vergr.; in diesem ältesten Theile des Bryozoarium sind die hier noch kurzen Reihen von Zooecien ringsum von Kalklagen umgeben, und setzen sich noch nicht, wie an den Aesten, an beiden Seiten in die Platte fort.

Fig. 14—20. Der Wurzelstock von verschiedenen Arten und Exemplaren von Adeona und zwar 14, 17, 19, 20 aus dem Museum Godeffroy, 18 aus dem Hamb. Museum, 15, 16 aus dem Berliner Mus.; nat. Gr. Man erkennt den Unterschied zwischen dem unten spitzen Stamm mit seinen Aesten einer- und dem Wurzelstock nebst seinen Ausläufern andererseits; bei Fig. 16 ist die unterste Spitze des Stammes abgebrochen.

Fig. 21. Querschnitt schräge durch den Wurzelstock, vergr.

Fig. 22. Schliff eines Längsschnittes durch einen Theil des Wurzelstockes; unten und oben die Gruppen von chitinösen Cystiden, dazwischen die dicke Kalkschicht von den feinen Verbindungsröhren durchzogen.



Musei Hamburgensis

Species piscium novas minusque cognitas descripsit
et depingi curavit

Petrus Bleeker.

Musei Hamburgensis

Species piscium novas minusque cognitas descripsit et depingi curavit

Petrus Bleeker.

I.

Pisces neoguinaici novi.

Anampses neoguinaicus Bleeker. Tab. Fig.

Anamps. corpore oblongo compresso, altitudine 4 circa in ejus longitudine, latitudine 2 circa in ejus altitudine; capite acutiusculo $4\frac{1}{2}$ circa in longitudine corporis, diametro 1 et paullo distantibus, minus diametro dimidio a linia rostro-frontali rectiuscula remotis, naribus parvis posterioribus rimaeformibus, anterioribus brevissime tubulatis, dentibus maxillis cristalibus parum conspicuis, maxilla superiore anticis compressiusculis margine inferiore (externo) convexis, margine superiore (interno) concavis apice sursum directis, maxilla inferiore anticis conicis apice antrorsum et paulo deorsum curvatis, dentibus pharyngealibus superioribus osse triquetro insertis compressis apice conicis curvatis acutiusculis; dentibus pharyngealibus inferioribus osse triangulari margine posteriore leviter concavo insertis, corpore et crista ossis anteriore biseriatis, crista et corpore serie anteriore conicis obtusiusculis corpore serie posteriore ceteris majoribus compressis apice conicis curvatis; operculo et limbo praeoperculari subtradiatim rugosulis; suboperculo laevi; squamis 20 circa in linea laterali; prima dorsali spinis gracilibus leviter pungentibus postrorsum longitudine sensim accrescentibus, posteriore corpore triplo circa humiliore, dorsali radiosa dorsali spinosa paullo altiore convexa postice angulata; pectoralibus obtusiuscule rotundatis postice convexis, capite absque rostro longioribus, ventralibus valde acutis radiis 2 anterioribus, ceteris conspicue longioribus pectoralibus non brevioribus; anali dorsali radiosa vix humiliore, convexa postice angulata; caudali capite absque rostro non longiore convexiuscula angulis rotundata: colore capite superno et dorso antico fusco, cetero capite et corpore pulchre aurantiaco; iride aurea margine orbitali fusca; vitta sat lata subundulata oculo-operculari fuscescente-aurantiaca superne et inferne stria margaritacea limbata; capite lateribus mediis et inferne punctis sparsis ocelliformibus margaritaceis violaceo annulatis; membrana operculari postice fusca medio stria verticali margaritacea; squamis thoraco-ventralibus et dorsalibus singulis ocello parvo

margaritacea vulgo profundiore annulao; squamis cetero corpore singulis vittula verticali margaritacea; pinna dorsali purpurea flavo marginata vittula intramarginali fusca, antice macula nigricante-fusca, tota longitudine punctis ocelliformis numerosis margaritaceis violaceo annulatis; pinnis pectoralibus, ventralibus et caudali aurantiacis immaculatis; anali basi purpurascente, medio aurantiaca, inferne fusca flavo marginata, dimidio basali vittula longitudinali margaritacea, basi et dimidio libero guttulis et vittulis brevioribus margaritaceis violaceo annulatis.

B. 6 D. 9/12 vel 9/13. P. 2/11. V. 1/5.

A. 3/12 vel 3/13. C. 1/12/1 et lat. brev.

Hab. Nova Guiuea.

Longitudo speciminis descripti 140.‴

Adn. Species Anampsidi Cuvieri Q. G. affinis sed fascia oculo-operculari, striis trunco verticalibus et ocellis pinna dorsali non vittata numerosis bene distincta.

Symphysanodon Blkr. Gen. Percarum novum.

Corpus oblongum. Caput superne lateribus et inferne squamatum. Dentes maxillis pluriseriati, mandibulares anterioribus conici obtusi antrorsum directi ceteris majores ceteri parvi acuti. Dentes vomerini et palatini nulli. Maxillae squamatae, superior paullo deorsum protractilis antice profunde emarginata incisura edentula, inferior parte dentata postice angulatim elevata. Rictus mediocris obliquus. Labia tenuia. Praeoperculum postice biangulatum angulis spinaeformibus. Squamae ctenoideae, trunco 50 circa in serie longitudinali. Inguines squama elongata. Pinnae analis et dorsalis infima basi vaginula squamosa humili, ceterum alepidotae; dorsalis indivisa parte spinosa parte radiosa vix longiore, spinis gracilibus 9 et radiis 10 vel 11; analis spinis 3 et radiis 7. Pectorales acutae radiis subsuperioribus ceteris longioribus. Ventrales sub basi pectoralium insertae. Caudalis squamata radiis (mediis 4 exceptis) contiguis immobilibus, profunde emarginata, lobis gracilibus valde acutis B.

Adn. Genus Phalangis Pristipomatinorum (Arch. néerl. sc. ex. natur. XI. p. 270), incisura intermaxillari symphisiali edentula, margine mandibulae dentali postice angulatum elevato, spinis dorsi novem tantum,*) cet. valde distinctum.

Symphysanodon typus Blkr.

Symphysan. corpore oblongo compresso, altitudine $3^2/_3$ circ. in ejus longitudine absque, $4^5/_6$ circa in ejus longitudine cum pinna dorsali; latitudine corporis $1^3/_4$ circ. in ejus altitudine; capite acutiusculo $3^1/_3$ circa in longitudine corporis absque, $4^2/_5$ circa in longitudine corporis cum pinna caudali; altitudine capitis $1^1/_4$ circa, latitudine capitis 2 circa in ejus longitudine; linea rostro-frontali rostro antico convexa ante oculos convexiuscula; regione interoperculari plana; aculis diametro $2^2/_3$ ad $2^3/_4$ in longitudine capitis, lineae frontali approximatis, diametro $^2/_3$ circa distantibus; naribus patulis distan-

*) In diagnosi generis Plectorhynchi (l. c. p. 271) loco „spinae dorsi 5 ad 14“ lege „spinae dorsi 10 ad 14.“

tibus ante mediam papillam perforatis; rostro oculo duplo fere breviore acutiusculo apice convexo ante pupillae partem inferiorem sito; ossibus suborbitalibus humillimis; maxilla superior e maxilla inferiore paullo breviore, non ante rostrum prominente, sub pupillae dimidio posteriore desinente, symphisi incisura profunda mandibulae apicem recipiente; osse supramaxillari squamis conspicuis imbricatis obtecto postice obtuse rotundato; maxilla inferiore inferne squamata; dentibus maxillis serie externa ceteris conspicue longioribus anterioribus obtusis vel obtusiusculis ceteris acutiusculis; dentibus mandibularibus anterioribus ceteris majoribus obtusis ex parte antrorsum directis; dentibus pharyngealibus minutissimis acicularibus; ossibus pharyngealibus liberis gracilibus; praeoperculo sabrectangulo angulo leviter rotundato dentato crenulato, limbo squamatulo, ante limbum porteriorem squamis in series 4 vel 5 obliquas curvatas dispositis; operculo angulo spinis 2 parvis pungentibus inferiore superiore longiore, apertura branchiali usque sub medio oculo extensa; fascia squamarum temporali distincta nulla; squamis fronto-nuchalibus 25 circ. in serie longitudinali margimem oculi anteriorem inter et spinam dorsi anteriorem; seriebus squamarum trunco longitudinalibus horonzitalibus dispositis; squamis trunco angulum aperturae branchialis superiom inter et basin pinnae caudalis in series 50 circ. transversas dispositis, lateribus antice quam postice et quam cauda majoribus; squamis 16 circ. in serie transversa basin ventralis inter et dorsalem, 4 in serie transversa lineam lateralem inter et spinas dorsalis medias; linea laterali mediocriter curvata, singulis squamis tubulo simplice notata; cauda parte libera duplo fere longiore quam postice alta; pinna dorsali spinis mediocribus porterioribus subaequilongis corpore plus duplo humilioribus, parte radiosa parte spinosa vix altiore postice angulata, pectoralibus acutis capite absque rostro non brevioribus, radiis 3 vel 4 inferioribus gracilibus indivisis; ventralibus acutis pectoralibus non vel vix brevioribus, anali spinis sat validis 3a ceteris longiore, parte radiosa antice quam postice altiore obtusa radio 1o spina 3a vix longiore; caudali lobis gracilibus valde acutis longitudine caput subaequantibus radiis mediis plus duplo longioribus; colore corpore pinnisque dilute roseo; iride aurantiaco flava; caudali lobo superiore apice macula lata fusca.

B. 7. D. 9/10 vel 9/11. P. 2/10/4 vel 2/11/13. V. 1/5. A. 3/7. C. 1/15/1 et lat. brev.

Hab Nova Guinea.

Longitudo speciminis descripti 151.'''

Pseudanthias hypselosoma Blkr.

Pseudanth. corpore oblongo compresso, altitudine $2^1/_2$ circ. in ejus longitudine absque, $3^1/_3$ ad $3^1/_4$ in ejus longitudine cum pinna caudali; latidudine corporis 2 et paullo in ejus altidudine; capite obtuso non convexo, 3 circ. in longitudine corporis absque, 4 fere in longitudine corporis cum pinna caudali, aeque alto ac longo; linea rostro-dorsali capite rectiuscula nucha couvexa; oculis diametro 4 fere in longitudine capitis, diametro 1 distantibus; rostro obtuso toto squamato; maxilla superiore maxilla inferiore paullo breviore, sub oculi dimidio posteriore desinente, 2 circ. in longitudine capitis; 1 squamis supramaxillaribus ex parte squamis frontalibus majoribus; dentibus

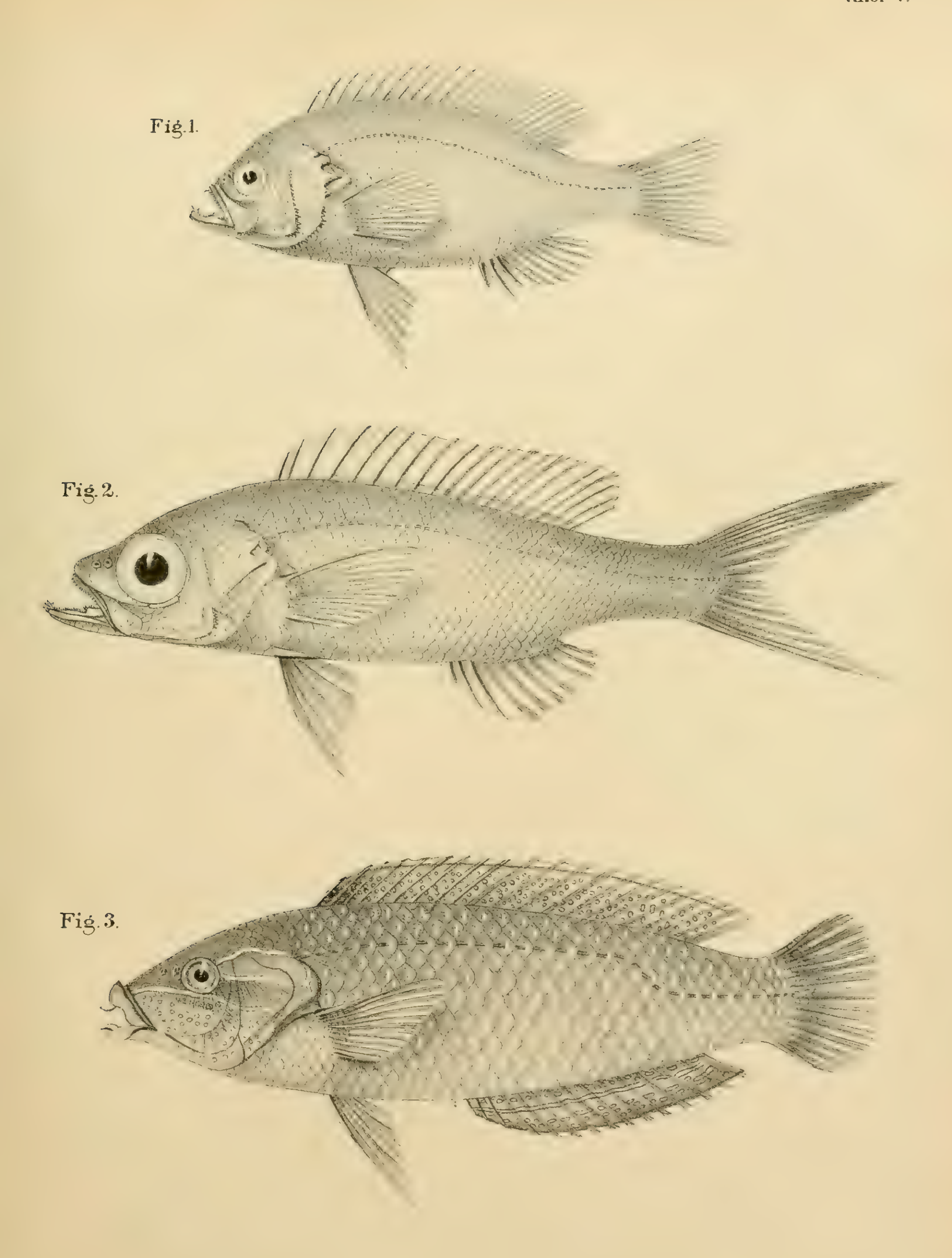
maxilla superiore pluriseriatis serie externa majoribus conicis antrorsum directis antice canino conico curvato antrorsum directo, seriebus internis bevissimis antice canino mediocri curvato; maxilla inferiore dentibus pluriseriatis serie externa ceteris conspicue majoribus posterioribus sursum et paullo antrorsum curvatis, utroque latere medio ramo canino parvo erecto paullo postrorsum curvato, symphysin versus caninis 2 vel 1 curvatis magnis sursum et extrorsum spectantibus, dentibus vomerinis in turmam triangularem margine posteriore concavam, palatinis utroque latere in vittam gracillimam dispositis; praeoperculo subrectangulo angulo leviter rotundato, postice, angulo et inferne postice dentibus sat numerosis angularibus ceteris paullo majoribus; limbo praeoperculo squamulato suboperculo et interoperculo minutissime denticulatis; operculo spinis conspicuis 3 media ceteris longiore superiore obtusa, squamis basi non squamulatis, praeoperculo et operculo 5 vel 6 inserie longitudinali, 45 circ. in linea laterali; squamis serie transversa sub dorsalis radiosae parte anteriore 19 circ., lineam lateralem inter et spinas dorsi medias 4; linea laterali antice valde ascendente et curvatura valde aperta caudam versus descendente, singulis squamis tubulo simplice notata; pinna dorsali spinosa spina producta nulla, spinis sat validis posterioribus 6 subaequilongis anterioribus longioribus corpore triplo circ. humilioribus, anterioribus 4 postrorsum longitudine accrescentibus; dorsali radiosa (mutilata); pectoralibus rhomboideis apice rotundatis, capite vix brevioribus; ventralibus acutis pectoralibus paullo longioribus, spina capitis parte postoculari longiore, radio 1o leviter producto analem subattingente; anali spinis validis media ceteris longiore et fortiore spinis dorsi porterioribus non breviore, parte radiosa dorsali radiosa plus duplo breviore (mutilata); caudali emarginata angulis acuta capite non vel vix longiore (mutilata); colore corpore pinnisque roseo; iride flavescente; vittis (speciminis minus bene conservati) conspicuis nullis.

B. 7. D. 10/16 vel 10/17. P. 2/15. V. 1/5. A. 3/7 vel 3/8. C. 1/13/1 et lat. brev.

Hab. Nova Guinea.

Longitudo speciminis unici 99.'''

Adn. Species Pseudanthias manadensis Blkr. huic speciei valde affinis sed bene distincta corpore graciliore, linea rostro-dorsali subparabolica, oculis multo majoribus, caninis mandibularibus anterioribus multo brevioribus, radiis pectoratibus 2/17 etc.

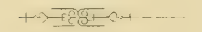

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.

Ein neuer
Hirsch aus dem Amurlande.

—

Von

Dr. Heinrich Bolau.



Ein neuer Hirsch aus dem Amurlande.

Von

Dr. Heinrich Bolau.

Am 30. November 1876 kamen im hiesigen Zoologischen Garten zwei Paar Hirsche aus dem Amurlande in Ostsibirien an. Sie waren ein Geschenk des Consuls in Nicolajefsk, Herrn Geheim. Commerzienrath Fr. Aug. Lühdorf und stammten aus Transbaikalien her, wo sie wahrscheinlich durch Vermittelung nomadisirender Tungusen in den Bureatischen Steppen der nördlichen Mandschurei waren eingefangen worden. Von Stretensk an der Schilka wurden sie 3500 Werst, also etwa ebenso viele Kilometer weit, diese und den Amur hinunter per Dampfboot zunächst nach Nicolajefsk gebracht und gelangten von hier über Shanghai in unsere Hände. Sie hatten auf der Seereise fast vier Monate in einem engen Transportkasten verbracht, kamen aber dessenungeachtet wohlbehalten hier an; nur ihre Geweihe — sie waren als Kolbenhirsche eingeschifft worden — waren stark abgestossen und leider waren bei einem Hirsch in Folge der Nichtabnutzung auch die Hufe stark deformirt. Meine Bitte, mir für die wissenschaftliche Bestimmung der neuen Hirsche ein ausgebildetes Geweih eines solchen zu verschaffen, hat Herr Lühdorf in liebenswürdigster und dankenswerthester Weise erfüllt. Dadurch und durch die längere Beobachtung der lebenden Thiere im Garten bin ich in den Stand gesetzt worden, die systematische Stellung unserer neuen Gäste zu bestimmen. Ich habe dieselben nach Herrn Lühdorf, dem wir ihre Kenntniss verdanken, wissenschaftlich benannt; ihr einheimischer Name ist nach einer Mittheilung des Gebers Isubrahirsch.

Der Isubrahirsch. *Cervus Lühdorfii nov. sp.*

Cervus eustephanus Blanford (?) Proc. Zool. Soc. 1875, p. 638.

Der Isubrahirsch steht zwischen dem europäischen Edelhirsch, *Cervus elaphus L.* und dem nordamerikanischen Wapiti, *Cerv. canadensis Briss.* — In der Grösse gleicht er mehr diesem, in der Geweihbildung mehr jenem.

Sein Pelz ist im Winter bräunlich grau, im Sommer licht braun; die Kehle hat einen schmalen weisslichen Mittelstreif; die Unterlippe ist weisslich und hat drei schwarze Flecke, einen kleinen mittleren, und je einen grösseren auf jeder Seite. Die kräftige Mähne ist der des Wapiti ähnlich; sie ist dunkelkastanienbraun, stellenweise fast schwarz; im Sommer verschwindet sie fast völlig.

Die Augen des Isubrahirsches sind kleiner, als die des Edelhirsches; der Schwanz ist sehr viel kürzer, als beim Edelhirsch und Wapiti; er hat beim Männchen nur zwei Drittel der absoluten Länge des Schwanzes vom Edelhirsch; relativ ist er also noch kürzer, da der Isubrahirsch grösser, als unser Edelhirsch ist; er lässt beim Weibchen die Schamtheile völlig frei. —

Der Spiegel ist sehr ausgedehnt; er reicht, wie beim Wapiti, weit über die Basis des Schwanzes hinauf; er ist bei einem der Männchen fuchsig, bei den übrigen Thieren dagegen heller bis strohgelb; ein dunkler Saum, der weit nach unten an den Hinterbeinen verläuft, fasst ihn ein.

Der Kopf ist beim Weibchen etwas gestreckter, als beim Männchen; bei einem von diesen ist die Nase etwas gewölbt.



Das sehr schön ausgebildete mir von Herrn Lühdorf aus Ostsibirien direkt zugesandte Geweih — im Holzschnitt dargestellt — hat zwei nach vorn stehende Basalenden und einen Mittelspross. Während die Stange dann in einem regelmässigen Bogen nach oben geht und den Endspross bildet, zweigt sich von ihr ein kräftiger hinterer Spross ab, der eine nochmalige Theilung eingeht. Das Geweih ist namentlich

Tafel IV.



an allen den Stellen, wo Sprossen abgehen, abgeplattet und erinnert daher etwas an das von Blanford, P. Z. S. 1875, p. 638 beschriebene und abgebildete Geweih von *Cervus eustephanus.*

Der auf Tafel IV nach einer im Frühling 1878 von Herrn Emil Schmidt angefertigten Zeichnung dargestellte Hirsch trägt kein sehr schönes Geweih, da es in der Gefangenschaft etwas unregelmässig geblieben ist. —

Die Schulterhöhe unseres Isubrahirsches ist 1,42 m. —

C. Lühdorfii unterscheidet sich von *C. elaphus L.* durch seine viel bedeutendere Grösse, den grösseren Spiegel, den kürzeren Schwanz und die Geweihbildung. *Cervus canadensis Brss.* stimmt mit *C. Lühdorfii* in der Körpergrösse und der Ausdehnung des Spiegels überein, dagegen nicht im Geweih, das bei jenem stärker ist und dessen Stangen weiter von einander stehen. Die Stimme des Isubrahirsches gleicht mehr der des Wapiti, als der des Edelhirsches.

Von *Cervus Maral Ogilby* weicht unser Hirsch ab in der Kürze des Schwanzes und der bedeutenderen Entwicklung des Analschildes, das hier viel weiter auf den Rücken hinaufreicht; dann ist die Bildung des Geweihes verschieden, wie ein Vergleich unseres Holzschnittes mit der von Sclater gegebenen Abbildung Transact. Z. S. VII, p. 338 und ebenda t. 29 erkennen lässt und überdies ist *C. Maral* im Sommer gefleckt, Gray., Knowsley Menagerie t. 39.

Cervus cashmeerianus Falconer hat ebenfalls einen längern Schwanz und ein kleineres Analschild, als der Isubrahirsch. Ueberdies ist er dunkler gefärbt und hat einen kürzeren Kopf, als dieser. Vergl. Sclater l. c. t. 30.

Was *Cervus xanthopygus A. M. Edw.* anlangt, so vermuthet Sclater in seiner vortrefflichen Arbeit „On certain Species of Deer" in den Transact. Z. S. VII, p. 342, der im Osten Sibiriens vorkommende Hirsch sei *C. xanthopygus*; und auch Milne-Edwards hält, Recherches pour servir à l'Histoire naturelle des Mammifères, p. 181, t. 21, den von Schrenck, Reisen und Forschungen im Amurlande I, p. 170 erwähnten Hirsch für diese Art. In Folge davon glaubte auch ich anfangs unseren Isubrahirsch für *C. xanthopygus* halten zu sollen. Derselbe stimmt namentlich in der Grösse des Analschildes vortrefflich mit ihm überein; ich überzeugte mich aber doch bald von der Unrichtigkeit dieser Annahme.

C. xanthopygus ist namentlich bedeutend kleiner, als *C. Lühdorfii*; er misst nur 1,05 m Schulterhöhe, gegen 1,42 m beim Isubrahirsch — sein Schädel hat eine Länge von nur 0,382 m gegen 0,420 bei unserm Hirsch; — dann ist er langschwänziger und seine Thränengruben sollen kleiner sein, als die von *C. elaphus*, während die vom Isubrahirsch etwa denen vom Edelhirsch gleichen.

Einer unserer beiden alten Isubrahirsche ist leider im Herbst 1879 gestorben; er ist im hiesigen Naturhistorischen Museum aufgestellt worden. — Die jungen Hirsche sind ähnlich wie junge Edelhirsche oder Wapitis gefleckt.

Neuere Untersuchungen

über die

Jungermanniae Geocalyceae

von

Dr. C. M. Gottsche.

Neuere Untersuchungen über die Jungermanniae Geocalyceae

von Dr. **C. M. Gottsche.**

Vor 36 Jahren wurde ich von dem damaligen Präsidenten der Leopoldinischen Naturforscher-Akademie Nees von Esenbeck aufgefordert, die Befruchtung der *Jungermanniae Geocalyceae* für die Nova Acta zu bearbeiten; diese Arbeit wurde am 18. October 1844 eingeliefert und in der zweiten Hälfte des 21. Bandes der Schriften der Akademie abgedrukt; die Resultate wurden bei Herausgabe der *Synopsis Hepaticarum* mit verwerthet. Seit jener Zeit ist manches neue Ergebniss für die Lebermoose von verschiedenen Gelehrten bekannt gemacht worden; namentlich hat die physiologische Kenntniss dieser Pflanzengruppe durch Hofmeister's vergleichende Untersuchungen, durch die Monographieen von Kny, Strassburger, Kienitz-Gerloff und besonders durch Leitgeb's umfangreiche „Untersuchungen über die Lebermoose"*) eine schätzbare Erweiterung erfahren, die jeder Lebermooskenner freudig begrüssen wird. Auch für die beschreibende Lebermooskunde ist in diesem Zeitraume vielfach gesorgt worden, aber diese exotischen Pflanzen ruhen zum Theil noch in den Sammlungen der Museen, und können erst mit der Zeit nutzbar gemacht werden; doch müssen wir in erster Linie Mitten, Montagne, DeNotaris u. A. für ihre fleissigen Arbeiten sehr dankbar sein. Für unsere Gruppe speciell sind mehrere Pflanzen theils mit männlicher und weiblicher Frucht, theils nur steril bekannt geworden, welche man versucht hat, so gut es gehen wollte, in das System einzureihen; aber nicht nur diese neuen charakterlosen Ankömmlinge bereiten uns Schwierigkeiten, sondern auch mehrere in der *Synopsis Hepatic.* schon verzeichnete Pflanzen haben keine Frucht aufzuweisen, ja selbst eine ältere Pflanze, welche Raddi in seiner *Jungermanniografia etrusca* in den „Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana di Scienze in Modena, Tom. XVIII. p. 42/43. — Bonner Separat-Abdruck 1841. p. 19." — beschrieben und auf Tafel VI. Fig. 1. gezeichnet hat, bringt uns durch die mangelhafte Kenntniss, die wir von ihr

---

*) Heft 1. Blasia pusilla (Jena 1874) 82 Seiten 4° mit 5 Tafeln.
Heft 2. Die foliosen Jungermannien (Jena 1874) 95 S. 4° mit 12 Tafeln.
Heft 3. Die frondosen Jungermannien (Jena 1877) 144 S. 4° mit 9 Tafeln.
Heft 4. Die Riccien (Graz 1879) 101 S. 4° mit 9 Tafeln.
Heft. 5. Die Anthoceroteen (Graz 1879) 60 S. 4° mit 5 Tafeln.
Heft 6. Die Marchantieen und allgemeine Bemerkungen überhaupt enthaltend, erscheint im Jahre 1880.

besitzen, in Verlegenheit und fordert zu neuen Untersuchungen auf. Der Professor Philibert in Aix-en-Provence, ein Moosfreund, welchen seine Amtsgeschäfte nach Algier führten, hat um Bona einen kleinen Rasen mit einem Lebermoose gesammelt (1876), welchen ich zur Bestimmung erhalten habe. Die Pflanze gehört zu den *Jungermanniae Geocalyceae* (Synops. Hep. p. 192) mit unterschlächtigen Blättern und könnte vielleicht zu *Gongylanthus* nach dem System von Nees (Hep. Eur. II. p. 405. 599.) oder nach Raddi's *Jungermanniograf. etrusca* zu seinen *Calypogeje A.* gehören. Leider sind diese italienischen Pflanzen nicht gehörig beschrieben und wenig gekannt, weil die Exemplare derselben sich entweder nur unvollständig oder sehr selten selbst in den grösseren Herbarien vorfinden. Dumortier berichtet in seiner Hepatic. Europ. (1874) p. 114., dass in dem von Martius'schen Herbar, welches jetzt in Brüssel aufbewahrt wird, nur ein unfruchtbares Original dieser Raddi'schen Pflanze vorhanden ist, und dass es ihm selbst nur durch die Freundschaft des Professors Parlatore gelungen ist, ein Fruchtexemplar aus der Raddi'schen Sammlung behufs seiner Zeichnung auf Tab. III. Fig. 31 zu erhalten. Wie Nees in seiner Naturgeschichte der Europ. Lebermoose Bd. II. p. 407 angiebt, erhielt er 1835 von unserm allbekannten Amtsverwalter in Bergedorf Dr. Lindenberg Exemplare aus Raddi's Sammlung zu seiner Untersuchung. In unserer Synops. Hepatic. (Hamburg 1844—47), die von Nees selbst redigirt ist, findet sich p. 196 sonderbarer Weise die Angabe: „Species in Herbar. Nees ex Hb. Braun", ohne dass der Angabe in Hep. Eur. II. weiter gedacht ist.

Da ich durch Sir J. D. Hooker's Güte nur ein steriles Original der Raddi'schen Pflanze besitze, so muss ich versuchen Raddi's Schrift und Bild, sowie die Beschreibung von Nees l. c. zur Vergleichung mit der Pflanze des Prof. Philibert zu benutzen. Es ist zu bedauern, dass theils die Figuren Raddi's so klein und unzureichend für die Beantwortung der Hauptfragen sind, theils auch der Text in dieser Hinsicht keineswegs die gewünschten Aufklärungen giebt, obschon Raddi die ausführlichste Beschreibung (mit Ausnahme von Nees v. Es.) gegeben hat und die Pflanzen nicht nur in reichlicher Menge („trovasi in copia") hatte, sondern selbst sowohl die erste Entwickelung der Frucht im December und Januar beobachten konnte, als auch die Kapseln im folgenden Herbste reifen sah; er hatte auch beobachtet, dass, wenn der Herbst feucht und regnerisch ist, das Ansetzen der Kelche schon im November und die Reifung der Früchte im April des nächsten Frühjahrs zu geschehen pflegt. Demnach hat er die Zustände, die grade für uns am wichtigsten sind, vielleicht wohl gesehen, aber nicht beschrieben.

In dem kleinen Rasen aus Algier des Prof. Philibert fand ich nicht allein die fruchtende weibliche Pflanze in genügender Menge, sondern auch die männliche Blüthe mit entwickelten Antheridien; ausserdem hatte ich in meinem Herbarium einige sicilianische Pflanzen, welche aus dem Herbar des Professor Lindberg stammten, das ich früher durchgesehen und bestimmt hatte und welche von Herrn Nyman im Frühling 1844 gesammelt waren; diese hatten ausgebildete männliche Blüthen (Fig. 16) und weibliche Fructificationen in jüngerem Stadium (Fig. 11), welche sich durch genaue Vergleichung als mit der Pflanze aus Bona übereinstimmend ergaben. Endlich fand ich in meinem Herbar noch einige als „steril" bezeichnete Stämmchen aus Italien,

die bei genauerer Untersuchung sehr wichtig wurden, indem sie auf der oberen Stengelfläche die Archegonien zwischen den Involukralblättern trugen (Figur 14). Ich habe diese Pflanzen ausführlich durch das Prisma gezeichnet und lege jede gesondert der Gesellschaft vor. Es entsteht nun die Frage, ob die Pflanze aus Bona und Sicilien mit der *Calypogeja ericetorum Raddi* vereint werden kann, und wie weit die Beschreibung von Nees und die Figur von Dumortier mit dem Resultate meiner Untersuchung übereinstimmen.

Raddi hat in seiner Jungermanniografia etrusca tab. VI. Fig. 3 und 4 seine *Calypogeja fissa* dargestellt, zu welcher der Text p. 44 uns das Synonym „Jungermannia Trichomanis Engl. Bot. tabl. 1875" giebt. Diese Pflanze, welche seit Corda als „Calypogeia Trichomanis Corda" in unsern hepaticologischen Werken bekannt ist, findet sich häufig bei uns in Frucht und erlaubt daher alle Verhältnisse, die zu einer genauen Vergleichung nöthig sind, kennen zu lernen. In der Fig. 3 und 4 auf der Taf. VI. scheint nun der Fruchtsack in ähnlicher Weise an der Bauchseite des Stengels befestigt zu sein, wie in Figur 2 (*Calypogeja flagellifera*) und Fig. 1 (*Calypogeja ericetorum*), und da alle Figuren das Genus Calypogeja darstellen, auch im Text (p. 42—44) weiter keine Abweichungen in dieser Hinsicht angegeben werden, so würde man doch glauben, dass der *Calypogeia Trichomanis Corda* analoge Verhältnisse auch bei der *Calypogeja ericetorum* und *flagellifera* vorkämen. Bei *Calypogeia Trichomanis Cord.* wird nun hinter einem Amphigastrium, seitlich von der Mittellinie entweder einerseits oder jederseits eine weibliche Blüthenknospe gebildet, oder es entwickelt sich einerseits eine weibliche Knospe und aus der entgegengesetzten Seite tritt hinter dem Amphigastrium ein männliches Aestchen ab. *) (Nov. Act. Leopold. Bd. XXI P. II. p. 427). Diese Knospe enthält in ihren 5—6 verschiedengestalteten Blättchen gewöhnlich 4—6 Archegonien; bei ihrer weiteren Entwickelung dreht sie sich zuerst etwas seitlich und bekommt in der Gegend des Blüthenlagers einen Buckel, welcher bald anfängt kleine Wurzeln auszusenden. Während nun das Aestchen der Blüthenknospe, welches mit dem Stengel verbunden ist, sowie die Blüthenblättchen ihre primitive Stellung unverändert beibehalten, senkt sich der Grund der Blüthenknospe tiefer und die ebenfalls in ihrer primitiven Stellung verharrenden Pistille werden mit dem Grunde der Blüthenknospe nach unten gezogen; je länger der nunmehrige Fruchtsack wird, desto mehr entfernen sich die Pistille von ihren sie früher umgebenden Hüllblättern und stehen nun aufrecht im Grunde des Fruchtsacks; äusserlich entstehen an diesem letzteren mitunter auch kleine, dreieckige, schmale Blättchen, deren Spitze nach dem Grunde des Fruchtsackes gerichtet ist (l. c. Taf. XXX. Fg. 1—10). Auch bei *Geocalyx graveolens* finden sich die männlichen Blüthen stets in der Nähe

* R. Spruce, Journ. of Botany 1876 p. 164. Anmerkg. sagt: „Die Blüthen stehen normal zu 3 in der Achsel eines Unterblattes zusammen, so: männlich-weiblich-männlich, aber die eine oder die andere Blüthe jeder Dreiheit ist oft verkümmert, und verkümmert so den monöcischen Blüthenstand. Wir haben wahrscheinlich eine zweite Art in Sümpfen und an feuchten Plätzen mit zweihäusigem Blüthenstand und grossen sehr leicht eingeschnittenem (oder sogar völlig ganzem) Unterblatte, aber ich habe noch keine fruchtenden Exemplare gesehen."

der weiblichen Blüthenknospe, die hier sehr klein ist (l. c. T. XXXII. F. 32); bei *Saccogyna viticulosa* (T. XXXF. 29) ist der Stiel der weiblichen Blüthenknospe am längsten; die Knospe hat 12 Blättchen (also 4 Blattwirtel) T. XXX F. 30/31; die männlichen Blüthen stehen auf besonderen Stämmchen in kätzchenartigen Knospen von 4—6 Paaren Perigonialblätter mit 1 oder auch zuweilen 2 Antheridien: unten am Stiel befinden sich gewöhnlich noch jederseits 2 unvollkommene Blattpaare.

In allen diesen Fällen haben wir einen verkürzten Fruchtast, welcher schliesslich einen hängenden Fruchtsack erzeugt, der vermittelst des Stieles der ursprünglichen Blüthenknospe mit dem Lebermoosstamme verbunden ist.

Sehen wir uns nun um, wie es mit dem Blüthenstande und der Entstehung des Fruchtsackes bei der *Calypogeja ericetorum Raddi* steht, so finden wir bei Nees Hep. Eur. II. p. 409 das Geständniss: „die früheren Zustände der weiblichen Fructification und die männlichen Blüthen habe ich nicht gesehen.“ Raddi berührt diesen Punkt gar nicht; Dumortier, bei dem es sich nur um eitle Nomenclatur handelt, spricht von diesen Dingen ebenfalls nicht; dagegen findet sich eine höchst wichtige Angabe vom Prof. Lindberg in seiner Schrift „Hepaticae in Hibernia mense Julii 1873 lectae“ in den Act. Societ. scientiae fennicae X (Helsingfors 1875), wo es p. 506 heisst: „Vera *Calypogeja Raddi* est acrogama (!), calyptra perfecte gynogena, et Acrobolbo, Gymnanthi vel Lindiginae (Gottsche Mexican. Levermoss. p. 120 n. 11. tab. 20) adeo affinis ut Lindiginam cum Calypogeia synonynam esse maxime suspicemur.“ Offenbar muss diesem Ausspruch die Untersuchung eines Raddi'schen Orginalexemplars zu Grunde liegen, obschon dies nirgends gesagt ist.

Um es nun kurz zu sagen, die Pflanze aus Bona und aus Sicilien stimmen nach meiner Untersuchung durchaus nicht mit den Ergebnissen bei *Calypogcia Trichomannis Cord.* Ich habe schon oben gesagt, dass ich einige Stämmchen gefunden habe, auf deren Oberseite sich eine Gruppe von 6—7 Pistillen (Fig. 14) zwischen den beiden Blattreihen befand. Nach der Befruchtung senken sich diese Pistille und treiben die untere Seite des Stengels bucklig hervor; dieser Buckel verlängert sich mehr und mehr und bildet endlich ein langes cylindrisches Rohr, welches unten rundlich geschlossen ist; dies Fruchtrohr, wie ich es zum Unterschiede von den Fruchtsäcken der Calypogeia, Geocalyx und Saccogyna nennen will, wird 5 Millim. oder mehr lang, ist stärker als der Lebermoosstamm, von dem es eine Verlängerung ist, steigt meist senkrecht in den Boden hinab, macht aber auch häufig eine Krümmung, ist zuerst weissgrünlich (Fig. 11), wird später aber braun und bekleidet sich mit kleinen haarigen Wurzeln. Die dem Stamme eigenthümliche Kraft Zweige auszutreiben, scheint mitunter diesem Fruchtrohr zu verbleiben, denn in einem Falle habe ich einen vollkommenen Zweig mit mehreren Blattpaaren von seiner Aussenseite entstehen sehen. Schliesslich finden sich die Pistille alle zusammen im Grunde dieses Fruchtrohres (Fig. 12), dessen Höhlung in Verbindung mit der Luft steht, weil seine Mündung zwischen den Involucralblättern im Stämmchen offen bleibt, obgleich dieser ganze Canal, ähnlich wie bei *Calypogeia Trichomanis, Geocalyx, Saccogyna* und Andern, mit grossen, hyalinen, halbfreien Zellen, welche von der Wandung des Fruchtrohres schief hinein hängen, ausgefüllt

ist, so dass nur ein enger Gang in der Mitte frei bleibt. Die reife Kapsel geht wieder denselben Weg aufwärts, welchen die Einsenkung der Pistille im Fruchtrohr vorbereitet hat (Fig. 5,6), drängt aber dabei die vorspringenden Zellen zur Seite und tritt mitten im Stamm zwischen den beiden seitlichen Blattreihen hervor, nicht aber an der Seite der Blätter, wie bei *Calypogeia Trichomanis*, *Geocalyx* und *Saccogyna*. Hier ist also von einem verkürzten Fruchtast gar nicht die Rede, sondern dies ist eine Art der Fructification, welche wir erst an exotischen Formen der Neuzeit kennen gelernt haben. Die dargestellte Pflanze ist zugleich das einzige europäische Lebermoos, welches wir bis jetzt mit dieser eigenthümlichen Fruchtentwicklung kennen.

In meiner früher angeführten Abhandlung Nova Act. N. C. XXI. P. 2. tab. 30. et 31 sieht man in Fig. 10 einen jüngern Zustand von *Calypogeia Trichomanis Cord.*, wo der Fruchtsack nach der Versenkung der Archegonien, die sich im Grunde befinden, den Raum über denselben mit von der Wand vorspringenden Zellen füllt; bei Fig. 15 ist der Zustand des halbreifen Fruchtsackes im Längs-Durchschnitt abgebildet; die halbreife nebenstehende Frucht Fig. 17 gehört zu der durchschnittenen Haube. Von der reifen, aufstrebenden Kapsel werden alle diese Zellen zur Seite gedrängt, zerdrückt und veröden mehr oder minder; für denjenigen, welcher die Entwickelungsgeschichte kennt, sind sie nicht verschwunden und mit dem Mikroskope auch in ihrer Verkümmerung noch leicht zu erkennen. So ist es auch bei *Geocalyx* und *Saccogyna*, wie die neuere Zeit erst gelehrt hat; früher hat man diesen Zustand nicht recht gewürdigt und so kommt es, dass die unübertroffenen Tafeln der Hooker'schen British Jungermanniae auf Taf. 79 bei *Jung.* (*Calypogeia*) *Trichomanis* im Fruchtsack Fg. 10 einen hohlen Raum über der Spitze der Calyptra in einer weniger richtigen Zeichnung darstellen und ebenso Taf. 60 bei *Jungermannia* (*Saccogyna*) *viticulosa*, wo aber die ausserordentliche Seltenheit der Fruchtexemplare auch einen wohl zu beachtenden Grund mit hergegeben haben kann. Ich will mir erlauben bei dieser Pflanze (*Saccogyna viticulosa*) anzugeben, dass Nees bei der Herstellung seines Werkes nur einige sterile Stämmchen besass und kein Fruchtexemplar gesehen hat, wesshalb er den Hooker'schen Text wörtlich in seine Naturgeschichte der Europ. Lebermoose Bd. II p. 391—394 übertrug. In Irland wurde diese Pflanze bei Bantry 1813 von Lyell mit junger Fructification, und mit vollkommener Frucht von der bekannten Miss Hutchins gefunden; nach diesen letzteren Exemplaren ist die Hooker'sche Tafel gezeichnet. Später fand W. Wilson im März 1835 fruchttragende Exemplare bei Bangor und am 22. Juli 1873 der Prof. Lindberg in Begleitung von Dr. Moore bei Killarney; Dr. Carrington hat neuerdings fruchtende Exemplare in Wales gefunden und er war erst im Stande im 2. Heft seiner British Hepaticae p. 45 die folgende Notiz zu geben: „In younger perigynia the hollow part above the calyptra is contracted by the growth of clavate processes from the walls, so that only a narrow channel remains. and the fruit-rudiment from the rapid growth at the base of the perigynium lies in a hollow cavity.“ Die männliche Blüthe kannte Hooker noch gar nicht, und auch Dr. Carrington war in seinem angeführten Buch (p. 47) gezwungen, nach unserer Synops. Hepat. p. 194 den Satz über den männlichen Blüthenstand einzufügen, weil

er denselben noch nicht gesehen hatte. Ich habe bis jetzt noch keine fruchttragenden Exemplare gesehen, sondern kenne nur weibliche und männliche Blüthenknospen, und zwar sind meine Zeichnungen von weiblichen Knospen nach schottischen Exemplaren (Cave at Dunoon, leg. W. Gourlie) und die Zeichnungen von männlichen Blüthenknospen nach Exemplaren aus Madeira angefertigt worden.

Fragen wir nun, wie es sich bei der algierischen und sicilianischen Pflanze mit den männlichen Blüthen verhält, so sehen wir hier eine Einrichtung, die sich den Verhältnissen sehr zweckmässig anpasst; sie stehen nämlich in der Mitte von aufrechten Zweigen in wenigen Paaren. Die Perigonialblätter sind im Grunde etwas bauchig und beherbergen meistens ein Antheridium, doch habe ich auch schon 2 Antheridien in einem Blatte gesehen; auch hier sind die Enden des Dorsalrandes der gegenständigen Perigonialblätter mit einander verwachsen. Sie folgen in ihrem männlichen Blüthenstande den gewöhnlichen Jungermannien. Diesen Ausdruck gebraucht allerdings auch Raddi von seinem Genus *Calypogeja* im Charact. generalis (p. 42) „Floribus masculinis ut in Jungermanniis", aber da wir eben vorher gezeigt haben, wie es es sich bei *Calypogeia Trichomanis*, *Geocalyx* und *Saccogyna* in diesem Punkte verhält, so wird uns dieser Ausdruck stutzig machen und uns auffordern genauer bei Raddi nachzusehen. Nach dem eben berührten Ausdruck sollte man vermuthen, dass Raddi die männlichen Blüthen seiner 3 hierher gehörigen Pflanzen *Calypogeja ericetorum*, *flagellifera* und *fissa* gekannt hätte, aber schon die nächste Seite (p. 43) verkündet uns ganz trocken von der *C. ericetorum* „la sua fruttificazione maschile mi è ignota fin' ora", und von der *C. flagellifera* sagt er nur: „fruttifica rarissimamente", ohne der männlichen Blüthe auch nur mit einem Worte zu gedenken. Man könnte also glauben, dass er denn doch wenigstens die männliche Blüthe von *C. fissa* (unserer *Calypogeia Trichomanis Cord.*) gekannt hätte, aber auch das ist nicht der Fall, und die Sache löset sich ganz anders. Hier bezeichnet Raddi mit „männlicher Blüthe" die Keimkörner, welche sich bei vielen Jungermannien, besonders bei *Jg. exsecta, ventricosa, anomala* etc. finden; seine Diagnose von *C. fissa* p. 44 lautet: „Caulibus apicibus adscendentibus globulis farinosis terminantibus," wozu er das Synonym: Jung. sphaerocephala Linn. Syst. Nat. Gmel. II. p. 1349 anführt, und auf seine Figur Tafel VI. Fg. 3 hinweist, wo man einen Zweig mit Keimkörnern an der Spitze (*Calypogeia Trichomanis* γ^2 propagulifera Nees Hep. Eur. III. p. 10; Synops. Hepat. p. 199) erblickt. Sieht man aber die Arbeit von Raddi genauer durch, so werden die Seiten 15, 25, 28 seine Meinung klar an das Licht bringen. P. 25 bei Candollea (Radula) complanata liest man: „Nella parte superiore attorno il margine delle foglie degl' individui sterili o non cassuliferi trovansi sparsi dei piccoli corpiccioli irregolari e compressi del colore istesso delle foglie medesime, i quali forse constituiscono l'organo maschile di questa pianta (ved. tav. I Fg. 3)"; auf der Seite 38 bei Jungermannia bidentata γ. media (= Lophocolea minor δ erosa Synops. Hep. p. 160) findet man dieselben Worte. Indessen kennt Raddi die Antheridien ganz gut „in spiculis ovato-lanceolatis, in quibus corpuscula carnosa fere rotunda concluduntur, super distincta individua positis in Antoiria" (Madotheca) p. 19 oder „in spiculis ovalibus

in quibus organa mascula includuntur in Frullania" p. 20. In dem Char. gen. von Jungerm. p. 25 findet sich der Satz: „Vesiculis irregularibus omni involucro exteriore carentibus, positis modo ad marginem seu extremitatem foliorum, modo junctis in globulum sphaericum ad extremitatem caulium, quae plerumque inveniuntur in individuo distincto (ved. T. IV, F. 1c et F. 3c)." Allerdings sagt Raddi an dieser Stelle nicht, dass dies Antheridien sind, aber nach der Gewohnheit erwartet man hier mit Bestimmtheit die Beschreibung der männlichen Blüthe; in Char. general. von Fossombronia p. 40 findet man am Ende: „Corpuscula succulenta, pedunculata, ad partem inferiorem caulis posita in distincto individuo." Jeder Lebermoosfreund versteht, dass hierunter nur die Antheridien gemeint sind, während der Satz auf p. 25 sich nur auf die Keimbrutkörner beziehen kann; aber das sind gerade die fraglichen Antheridien von Jungermannia, und es wird nun Jeder leicht begreifen, was Raddi gemeint hat, wenn er p. 42 sagt von den Calypogeja-Arten: „Floribus masculis ut in Jungermanniis." Nach diesen Proben ist es keinem Zweifel unterworfen, dass Raddi die männliche Blüthe seiner Calypogeja-Arten nicht gekannt hat.

Bei der Pflanze aus Algier und Sicilien befindet sich also die Gruppe der Archegonien auf der Oberseite des Stammes zwischen den beiden Blattreihen; dann senken sich diese Pistille und veranlassen eine rundliche Wulst der Unterseite des Stengels, die sich schliesslich in ein Fruchtrohr umgestaltet, in dessen Grunde alle Archegonien zu finden sind. Dieser wesentliche Charakter der Pflanze ist weder in Raddi's Schrift bei den beiden *Calypogeja ericetorum* und *flagellifera*, noch bei Nees's „*Gongylanthus*" zu constatiren, und es würde jetzt den italienischen Botanikern die Aufgabe erwachsen, die Raddi'schen Pflanzen in Betreff ihrer männlichen Blüthen und der weiblichen Fructification genau zu untersuchen, um zu erfahren, ob die hier behandelte Pflanze, die ja, als auch in Sicilien vorkommend, sie besonders interessiren muss, eine neue Pflanze oder ob es nur die mangelhaft gekannte *Calypogeja ericetorum Raddi* ist. Ich kann mich von dieser letzteren Meinung nicht losmachen, und sollte ich auch im Irrthum sein, für den ich im Voraus um Entschuldigung bitte, so will ich doch versuchen die Beschreibungen von Nees und Raddi mit unserer Pflanze zu vergleichen. Da aber die italienischen Gesellschaftsschriften auf den Bibliotheken schwierig nachzusehen sind (— sie fehlen in der Hamburger Stadtbibliothek —) und der von Nees besorgte Bonner Abdruck der Jungermanniografia etrusca von 1841 wohl schwerlich in den Händen der Lebermoosfreunde sich befindet, so erlaube ich mir das kleine Stück aus Raddi's Schrift hier mitzutheilen (p. 42).

Calypogeja.

Character generalis. Calyx cylindricus, carnosus, adhaerens cauli per latus orae ejus hiatus, vel extremitatis, et sub terra verticaliter latens (v. tab. VI. Fig. 1, 2, 3, 4.)

Capsula cylindrica, obtusa, in quatuor valvas aequales lineares dehiscens. Corolla monopetala, limbo in duas vel tres lacinias inaequales secto. Floribus masculinis ut in Jungermanniis.

A. Calypogeja-Arten, deren Stämmchen keine Amphigastrien haben.

1. Calypogeja ericetorum.

C. caulibus repentibus, simplicibus, saepe bifidis unifloris; foliis, ovatis, obtusis distichis, imbricatis, oblique amplexicaulibus: calycibus longis, ad extremitatem versus paululum attenuatis. Tab. VI. Fg. 1.

„Die Stämmchen sind kriechend, kurz, einfach, häufig auch zweispaltig oder gegabelt und hängen durch dichte sehr dünne, purpurfarbige Wurzeln dem Boden sehr fest an. Die Blätter sind zweizeilig, eiförmig, stumpf, decken einander und umfassen schief die Hälfte des Stengels. Die Kelche sind mittelmässig-fleischig, sehr gross im Verhältniss zur Kleinheit der ganzen Pflanze, erst bleich, dann dunkel und nach oben etwas verdünnt. Die Haube (corolla) besteht aus einer sehr feinen, zarten, durchscheinenden Haut, welche die Kapsel umkleidet und sie straff umgiebt (è intimamente aderente alla cassula), so lange dieselbe innerhalb des Kelches bleibt, aber später an der Spitze in 2 oder 3 ungleiche Lappen reisst, um die Kapsel, die mit Gewalt andrängt, durchzulassen. Der Kapselstiel ist von der Länge des Kelches oder etwas länger; die Kapsel cylindrisch, stumpf, schwarz und glänzend. Die männliche Blüthe ist mir bis jetzt unbekannt. Die Stämmchen sind einblüthig, d. h. jedes hat nur einen einzigen Kelch und folglich nur eine einzige Kapsel.“

2. Calypogeja flagellifera.

C. surculis procumbentibus, simplicibus subramosisque, subtus flagellis donatis, foliis subrotundis, oblique semiamplexicaulibus vel semierectis, integerrimis, concavis; calycibus cylindricis. Tab. VI. Fig. 2.

Conf. Nees v. Es. Hep. II. p. 410, wo der Raddi'sche Text übersetzt wiedergegeben wird.

Wenn ich nun meine Zeichnung der algierischen oder sicilianischen Pflanze mit der Raddi'schen Figur vergleiche, so finde ich allerdings sehr wenig Aehnlichkeit und gestehe offen, lange an der Identität dieser beiden Pflanzen gezweifelt zu haben. Ich gehe indessen von der berechtigten Annahme aus, dass Nees von Esenbeck Originalpflanzen von Raddi zu seiner Beschreibung vorgelegen haben, und da finde ich denn in seiner Naturgeschichte der Europ. Leberm. Band II. p. 409 eine Notiz, die ganz wunderbar zu unserer Pflanze passt und sich ebenfalls mit dem Raddischen Bilde nicht vereinen lässt; er sagt da nämlich von der *Calypogeja* (*Gongylanthus*) *ericetorum* in einer Anmerkung: „Wer diese Pflanze ohne Perianthien findet, wird sie für eine kleine *Jungermannia hyalina* oder *Jung. nana* halten“ und das ist auch grade das Bild, welches unsere Pflanzen zeigen, wenn man den von dem Boden aufsteigenden Stammtheil betrachtet (Fig. 1, 2, 3, 4, 5). Dieser Theil ist noch spärlich bewurzelt, aber vom ersten Knie des Stammes an treten die Wurzeln sehr deutlich auf; sie entstehen nur an der Ventralbase der Blätter und bilden dann eine Binde quer über die Unterseite des Stämmchens zum nächsten gegenständigen Blatt, daher denn die Seitenansicht des Stämmchens eine unterbrochene Wurzelreihe zeigt; indessen krümmen sich die Wurzeln eines solchen Querbündels sowohl nach dem nächsten oberen

Bündel hinauf, als auch nach dem unteren; sie sind überhaupt geschlängelt und gehen weiter von ihrem Ursprunge mehr auseinander; das freie Ende derselben ist kolbig oder retortenförmig, die Endkugel hat dann oft die Breite von 6 nebeneinander liegenden Wurzeln. Häufig verkleben auch die einzelnen Wurzeln der Länge nach miteinander und bilden lange Stränge, welche dann gelbbraun oder braunroth aussehen; die einzelne Wurzel ist entweder hyalin (besonders die jungen) oder hat eine sehr schwach gelbbräunliche Farbe. Nees giebt von seinen Pflanzen an, dass sie helle, zuweilen rothe Wurzelfäden hatten; bei Raddi's Pflanzen war die Färbung der Wurzeln eine stärkere, er nennt sie purpurfarbig (radicette porporine).

Die Blätter sind eiförmig, bald mehr rundlich, oder etwas länglicher, aufrechtabstehend an den jüngern Schossen, die vom Mutterstamm rechtwinklig aufsteigen, wo sich dann häufig die eine Hälfte des Blattes seitlich überschlägt, so dass man in die Höhlung des Blattes von oben hinein sieht; die älteren Stammtheile haben mehr ausgebreitete Blätter, deren Seitenanheftung steil abschüssig auf die Mitte des Stengels geht, wo sie sich mit dem Blatte der entgegengesetzten Seite verbindet (siehe Fg. 3 und 4); mitunter sieht man diese Spitze etwas auf den Rücken des Stengels hinunterlaufen, besonders wenn man von der Seite einen weitläufig-beblätterten Stengel betrachtet, häufig aber verdeckt der convexe Rand der beiden verwachsenen Blätter diese Stelle und es wird schwer, sich von der Verwachsung der Dorsalbasen zu überzeugen. Wenn man aber ein Stengelstück mit Blättern mit Wasser kocht unter Hinzufügen von einigen Tropfen Liq. Kali caustic., so werden diese Stellen so klar, dass man augenblicklich die Verwachsung der Dorsalbasen (von 3—5 Zellen) gewahr wird, ja manchmal theilt sich die Verwachsung in der Mediana, und beim Gebrauch einer Vergrösserung von 250/1 wird dem Beobachter über diese Verhältnisse kein Zweifel bleiben. Von dieser Verwachsung der Dorsalbasen der Blätter spricht weder Raddi noch Nees; nach den mir vorliegenden Pflanzen müsste in die Diagnose eingefügt werden „foliorum basi dorsali connata". Die Ventralbasen der Blätter lassen einen Zwischenraum zwischen sich, den die Querbinde der Würzelchen ausfüllt. Bei der oben genannten Vergrösserung wird man gesehen haben, dass der ganze Blattrand mit kleinen Wärzchen besetzt ist und ebenso wird man die Oberfläche jeder Zelle mit sehr dicht stehenden Tüpfeln verziert finden, welche von dem Blatt-Oberhäutchen herrühren; bei den jungen Blättern der aufrechtstehenden Schösslinge ist dies nur am Blattrande, und dort auch nur in einzelnen Körnchen zu sehen; es ist dies also nur der Zustand des älteren Blatt-Oberhäutchens. Die Zellen des ganzen Blattrandes sind kleiner; die der Spitze und die des Dorsalrandes haben eine viereckige cubische und fünfeckige Gestalt; die nächsten 3—4 darauf folgenden Reihen sind von ähnlicher Form aber grösser, dann werden in den nächsten Reihen die Zellen sechseckig und viel grösser; an der unteren Hälfte des Basalrandes werden die Zellen oblong und ebenso die darauf folgenden Reihen. Die Verdickungen der Zellecken sind nur gering und fehlen in manchen Blättern ganz. Durchaus dieselben Verhältnisse zeigten die Blätter der Raddi'schen Originalpflanzen, welche mir Sir Jos. Dalt. Hooker aus seines Vaters Herbarium schickte.

Die Entstehung des Fruchtrohres ist im Vorhergehenden (p. 42) zur Genüge besprochen worden. Nach Raddi soll immer nur eins an einem Stämmchen entstehen. Das trifft in den meisten Fällen zu, doch liegt vor mir ein Stämmchen, welches in seinem älteren Theil ein Fruchtrohr hat; dies Stämmchen hat nach vorne, wie so häufig, 2 junge Triebe gemacht, und an einem derselben fängt sich ein neues Fruchtrohr zu bilden an; wenn nun der ältere Theil der Pflanze früher verrottet, so hat allerdings eine solche Pflanze nur ein Fruchtrohr und entwickelt in Folge dessen auch nur eine Fruchtkapsel. Nees sagt in seiner Naturgesch. d. Europ. Leberm. Band II. p. 406: „Die Perianthien (— Fruchtrohre —) entspringen aus der untern Fläche der Stengel, steigen gerade hinab, und sind walzenförmig, nach oben etwas verschmälert. Bei dem Hervortreten der Kapsel bleiben sie mit dem einen Rande ihrer Mündung dem Stengel angeheftet, während die andere Seite sich rundlich ausdehnt". P. 405 heisst es: „Perianthium longum, pendulum, radiculoso-villosum, apice cauli adnatum et juxta punctum adhaesions demum dehiscens". Hierzu bitte ich die Figur 5 und 6 zu vergleichen. Figur 6 bringt genau einen solchen Fall wie Nees beschreibt. Die Kapsel welche bei Fig. 5 noch im Fruchtrohre liegt und erst durch den Canal des Stämmchens durchsteigen soll, hatte im Exemplar der Fig. 6 seinen Weg schon gemacht und beim Eintritt in den Canal des Stammes den obern Theil des Fruchtrohres und einen Theil der Canalwand sammt den Blättern abgespalten, so dass dieses Stück nur wie ein Deckel darauf lag; während des Zurechtlegens zum Zeichnen trennte sich dasselbe vollständig ab und in diesem Zustande ist die Pflanze gezeichnet. Man sieht den Fruchtstiel aus seinem cylindrischen braunen Fruchtrohr austreten, neben ihm die Leitzellen des Kanals. Raddi hat nur im Charakt. gener. p. 42 folgende Worte: „Calyx cylindricus, carnosus, adhaerens cauli per latus orae ejus hiatus, vel extremitatis." Das Fruchtrohr hängt an dem Stämmchen mit dem Seitenrande seiner Spalte oder seiner Endigung." Ich habe einige Fruchtrohre mit der durchtretenden Frucht zwischen den Blättern gesehen, wo die Spaltung an dieser Stellung nicht stattgefunden hat; ich habe ein Fruchtrohr vor mir liegen, welches einen Spalt in der Seitenwand zeigte, aber in diesem hatte die Kapsel noch gar nicht den Ausgang des Fruchtrohres erreicht. Dumortier's Figur Jungerm. Europ. (1874) tab. III Fg. 31 will nicht zu meiner durch das Prisma aufgenommenen Zeichnung passen; er sagt p. 113: „Colesula margine oris lateraliter affixa, cylindracea, pendula, ore lateraliter fissa, passim radicellis vestita, ad insertionem imberbis. Calyptra libera". — Capsula spiralis, nuda, quadrivalvis, valvis spiraliter contortis; elateres geminati, nudi (?!), decidui. — Genus colesula lateraliter dehiscente ab omnibus Saccogyneis facile diversum".

P. 114 sagt er: „Diagnosis Neesii (Europ. Leberm. et Syn. hepat.) omnino mendosa ac evidentere e specimine fructificatione destituto confecta". Dumortier versteht kein Deutsch, denn Nees l. c. II. p. 408 beschreibt die Perianthien von $1^3/_4$ - 2 Linien Länge, giebt den Fruchtstiel auf $1^1/_2$ Linien Länge an, beschreibt die reife Frucht, die Samen und die Elateren." Keine dieser Angaben steht in Raddi's Schrift; es können dies nur Resultate der eigenen Untersuchung sein. Wenn man dagegen die Länge der Fruchtrohre auf der Raddi'schen Tafel VI. Fig. 1 nachmisst, so zeigen dieselben eine

Länge von 7,5 mm.; 5,5 mm.; 9 mm.; und 7,5 mm.; die Messungen von Nees ergaben 3,5—4 mm. Freilich hat Nees nach der üblichen Weise seiner Zeit mitunter eine philosophische Erklärung gegeben, wo wir die Dissection und das Mikroskop vorziehen, aber seine Wahrhaftigkeit haben alle seine Zeitgenossen einstimmig anerkannt, und keiner von uns würde seine Angaben für aus der Luft gegriffen halten; indessen ist es wohl möglich, dass Raddi's Text auf Nees's Worte da einen Einfluss geübt hat, wo seine Originalexemplare ihn im Stiche liessen. Die Fruchtexemplare unserer Zeichnung sind in 17facher Vergrösserung gezeichnet; das Fruchtrohr des kleineren (Fig. 5) misst $\frac{90 \text{ mm.}}{17} = 5{,}3$ mm; das Fruchtrohr von Fig. 6 misst $\frac{134 \text{mm.}}{17} =$ fast 8 mm.; die sicilianischen Pflanzen waren erst im Beginn der Fruchtbildung und können deshalb nicht zur Frage kommen, doch ist in Fig. 11 das gezeichnete Fruchtrohr $\frac{95 \text{ mm.}}{30} =$ $3^1/_6$ mm. lang. Unsere Zeichnung zeigt eine grades Fruchtrohr, aber unter den andern sicilianischen Fruchtrohren fanden sich auch krumme, und bei den Pflanzen aus Bona waren verhältnissmässig viele verbogene (gekrümmte oder sförmige, oder am Halsstück verdrehte) Fruchtrohre zu sehen. Die jüngere Pflanze (Fg. 11) zeigte auch weit weniger kleine Wurzeln an ihrem grünen Fruchtrohr, als die beiden ausgewachsenen Pflanzen Fg. 5 und 6 aus Bona an ihren bräunlichen Fruchtrohren, deren Farbe mit der Angabe von Nees l. c. p. 408 stimmt, während Raddi nur angiebt (p. 43) „pallidi in principio, dipoi oscuri“. Fg. 12 zeigt einen Längsschnitt $\left(\frac{62}{1}\right)$ des unteren Theil des Fruchtrohres, in dem man im Grunde die werdende Frucht mit den 4 verkümmerten Archegonien sieht; auch in einem längeren Fruchtrohr ($5^1/_4$ mm.) war die Fruchtbildung noch nicht weiter gediehen; beide Fruchtrohre zeigten auf dem Querschnitt ihrer Wandung 10 Zellreihen, (ausser den innersten grossen hyalinen Zellen) an den stärksten Stellen, die Wandstärke war aber nicht überall gleich; auch bei den Fruchtrohren aus Bona, welche ihre Frucht schon verloren hatten, zeigte sich ein ähnliches Verhältniss. Die mir vorliegenden Querschnitte (aus Bona) zeigen zu äusserst gleichsam einen Rand von 3—4 Zellen, dessen Wände braun sind, dann kommen nach innen 4—5 Reihen klarer Zellen und endlich die Reihe der grossen hyalinen Leitzellen, wodurch durchschnittlich meistens die Wandstärke auf 9 Zellen gebracht wird. Figur 13 ist eine Ventralansicht. Das Fruchtrohr ist an der Verbindungsstelle mit dem Stämmchen quer abgeschnitten; p, p, p, p soll den stehengebliebenen Wulst bedeuten; die kreisförmige Wandung des Fruchtrohres ist mit a bezeichnet, und b ist die Höhlung desselben, welche mit den aus dem Canal hineinragenden Leitzellen erfüllt erscheint; diese letztere gehen schief von den Wänden nach dem Grunde des Fruchtrohres, was mehr nach oben hin gegen das beblätterte Stämmchen sich immer ausgesprochener zeigt. Denkt man sich diesen gezeichneten Stammtheil, welcher jetzt die Bauchseite mit den Wurzeln aufwärts kehrt, umgekehrt, so dass die Dorsalseite aufwärts liegt, so würde das grosse oberste Seitenblatt rechts ein Floralblatt sein, und daneben würde man (jetzt links) ein etwas eingeschnittenes Involukralblatt sehen, dem nach rechts das andere Involukralblatt entgegenstehen würde, welche beide dann den Eingang in

den Stammcanal, durch welchen der Austritt erfolgen soll beschützen; im Grunde sieht man wieder deutlich die Leitzellen des Canals; nach vorne, wo die beiden neuen Schösslinge austreten, würde nun ein Spalt zum Fruchtcanal freibleiben, aber gewöhnlich vermittelt hier noch ein kleineres Blättchen, welches dem neuen Spross angehört, einen Schutz, indem es sich zwischen den Bauchrändern der Hüllblätter hinaufbiegt; diese Zeichnung konnte wegen Mangel an Platz nicht beigegeben werden. Fig. 7 ist die freie Haube (Calyptra), umgeben durch einen Theil des Fruchtrohres, welches sich äusserlich durch seine Wurzeln kennzeichnet und auf der Innenseite die Andeutung der Leitzellen zeigt; am Grunde der Haube stehen 2 verkümmerte Archegonien (a), welche in Fig. 8 stärker vergrössert sind, womit wir Fig. 15, welche die saftigen Archegonien der Blüthe zeigt zu vergleichen bitten. Die beiden Archegonien an der Basis der Haube geben den Beweis, dass die letztere nicht mit der Wand des Fruchtrohres verwächst, sondern immer frei bleibt. Dies Bild ist nach der Dissection der der Pflanze von Fig. 5 gemacht, welche auch die Figuren 8, 9, 10 hergegeben hat. Die Figur 7 ist 30 Mal vergrössert, die Figur 5 nur 17 Mal, es würde sich also die Grösse der Haube ungefähr auf die Hälfte verkleinern müssen, wenn man sie in die F. 5. hineinzeichnen wollte. Nach dieser Betrachtung wird es klar sein, dass die gezeichnete Kapsel wie auch der durchscheinende Fruchtstiel die Haube, welche nur etwa bis ⅓ der Länge des Fruchtrohres, von dem Grunde desselben an gerechnet, hinaufreichen würde, schon längst durchbrochen haben muss. Dies dargestellte Verhältniss habe ich auch in mehreren Pflanzen gefunden, so dass dies also der gewöhnliche Fall sein wird. Damit ist nun nicht zu vereinen, was Nees l. c. p. 406 sagt: „Die Mütze schmiegt sich der Kapsel bei ihrer Entwickelung so an, dass sie mit derselben bis zum Anheftungspunkte der Blüthendecke heraufsteigt und dann erst reisst.“ Eben so heisst es p. 405 „Calyptra ... cum capsula ad os usque perianthii adscendens demum apice rumpens,“ und ich vermuthe, dass dies eine Stelle ist, welche Nees nach dem Raddi'schen Text gemodelt hat. Das Original hat dort folgende Worte: la Corolla è formata da una finissima e delicatissima membrana assai trasparente, la quale riveste ed è intimamente aderente alla Cassula finchè la medesima rimane entro del Calice, ma che si rompe poi all' estremità in due o tre lacinie ineguali per lasciar escire la detta Cassula, dalla quale vien forzata“.

Auf Tafel VI. Fig. 1 giebt Raddi in b freilich einen „Calice aperto in cui si vede la Cassula e Corolla che la ricuopra.“ Das Bild ist schwer zu erklären, die Kapsel scheint durch die Haube wie mit einem überfallenden Tuche bedeckt zu sein und reicht nur etwas über die Hälfte des Fruchtrohres.

Noch will ich einiger interessanten Abnormitäten gedenken, welche ich in den Pflanzen aus Bona gefunden habe. In dem Längsschnitte eines Fruchtrohres sah ich an der Aussenseite der Haube an der Basis einen neuen Spross entstehen, welcher an seinem Grunde 5 kleine Würzelchen bildete und nach oben 5 kleine Blattpaare und eine Terminalknospe zeigte; er hatte die Höhe der Haube erreicht. In einem 2. Falle war ein dickerer Spross an der Basis der Haube und fest mit ihr verwachsen, welcher nur ein Würzelchen nach unten entsandte, aber oberwärts die Anlage zu

mehreren Blattpaaren und eine Terminalknospe zeigte. In beiden Fällen waren es ältere Fruchtrohre, die schon ihre Frucht sammt dem Fruchtstiel verloren hatten; es entsteht hierbei die Frage, wie ist dieser Fall zu deuten? Es kommt häufiger vor, dass sich eine Pistill-Anlage zu einem schmalen langen Blättchen umbildet, aber die Metamorphose in einen Zweig habe ich noch nicht beobachtet; ist dieser letztere Fall nun wahrscheinlich nicht anzunehmen, so müsste man solche Fälle wohl durch eine Keimung von zufällig in das Fruchtrohr hineingefallenen Sporen zu erklären suchen. In beiden Fällen war die Basis der Calyptra nicht verändert, sondern ihre Wände verdickten sich wie immer und zogen sich in eine Art Fuss zusammen, welche die Wandschicht des Fruchtrohres bis zur Rindenschicht durchsetzte.

Fig. 9 zeigt uns die $\left(\frac{30}{1}\right)$ vergrösserte Frucht der Pflanze von Fig. 5. Zunächst sehen wir, dass, ähnlich wie bei der Kapsel von *Calypogeia Trichomanis*, die Kapsel unten wenigstens denselben Umfang als der Kapselstiel hat, an dem wir in der Quere 6—7 Reihen mehr oder minder kubischer Zellen zählen. Bei der halbreifen Kapsel von *Calypogeia Trichomanis* sieht man die Längsreihen von Zellen, welche die Klappen bilden, schon spiralig verlaufen; viel deutlicher ist dies an der reifen Kapsel und selbst wenn sie entleert ist und man sie unter Wasser beobachtet, so bleibt die spiralige Drehung der Klappen fast immer in gleicher Stärke. Etwas Aehnliches scheint N e e s gesehen zu haben, denn er sagt an 3 verschiedenen Stellen p. 405, 406 und 408, dass die Kapsel fast cylindrisch und seilförmig gedreht ist;“ R a d d i hat keine Andeutung davon; in seinen Char. general. zu *Calypogeja* heisst es blos „Capsula cylindrica, obtusa, in quatuor valvas aequales lineares dehiscens“ und im Text: le cassule cylindriche, ottuse, nere e lucide. Ich sehe an der vor mir liegenden reifen Kapsel (in Wasser mit einem Deckglase) keine spiralige Streifung; an 3 ausgestäubten Früchten haben sich die Klappen ganz grade gestreckt, und die 8 Zellenreihen, welche eine Klappe zusammensetzen, zeigen nichts von einer spiraligen Drehung. Auch D u m o r t i e r spricht von einer Capsula spiralis und valvis spiraliter contortis und zeichnet in Fg. 31 (Tab. III) c eine solche, aber die einzelnen Klappen scheinen mir, wenn sie zu meiner Pflanze passen sollen, viel zu breit. Denkt man sich das umgeschlagene Stück der Klappe zurückgeklappt, so würde das Beiwort R a d d i’s, welches hier geradezu charakteristisch ist „in 4 valvas a e q u a l e s l i n e a r e s dehiscens“ nicht passen. Jede Klappe bildet ein schmales Stück von 2 mm. Länge und etwa $^1/_5$ mm. (eigentlich 226 Mikromillim.) Breite. Die äussere Schicht derselben hat in der Quere 8 Reihen kubischer Zellen, deren eine Seitenwand mit unterbrochenen Verdickungspunkten besetzt ist; nun stossen aber in 2 neben einander liegenden Zellen immer die Seitenwände mit Verdickungspunkten an einander und so sieht man bei durchfallendem Licht 4 starke schwarzbraune Streifen, deren Verdickungspunkte nach beiden Seiten der Wand abwechselnd ausweichen; die andere Seitenwand zeigt keine Verdickung, sie stösst nun an eine Nebenzelle, deren Wand ebenfalls von Verdickung frei ist, wodurch die Verbindung dieser beiden Zellen wie ein heller Strich erscheint; so kommt es, dass die Klappe 8 Zellreihen hat mit 4 starken, schwarzbraunen Streifen und 4 anderen Längsstreifen, welche

eine klare Linie bilden. Die Innenschicht besteht aus 8 Reihen oblonger Zellen mit den sogenannten halbzirkelförmigen braunen Fibern, welche jede dieser Reihen von rechts nach links etwas convex machen. An der Klappenspitze vermindert sich, wie gewöhnlich, diese Regelmässigkeit; die einzelnen Zellen werden schief und die halbzirkelförmigen Fibern laufen nicht mehr parallel in den verschiedenen Zellen; aber bei alledem giebt die Klappe ein sehr elegantes Bild. Schliesslich will ich noch sagen, dass ich die Klappe mit Wasser ausgespült und getrocknet habe, um zu sehen, ob sich dann eine Drehung einstellen würde; sie trockneten zusammen, etwa wie eine Aneura-Klappe, aber von „seilförmiger Drehung" (Nees) war nicht die Rede.

Figur 10 zeigt die Sporen und Schleudern (Elateres) mit 2 Spiralfasern in einem hyalinen Schlauch in (180/1) Vergrösserung. Nach dem Citat aus Dumortier (p. 47) sollten sie freilich nackt (nudi) sein, d. h. sie sollten dieses Schlauches entbehren. Dieses einzige Wort zeigt auf das deutlichste das veraltete System, welches Dumortier nach 50 Jahren 1874 wieder auftischte. In diesem neuen Buche sind 35 Gattungen, deren Schleudern der Schlauchhaut entbehren, aufgeführt, und sie werden der ersten Gruppe, wo die Schleudern eine Schlauchhaut haben (utriculati, circumdati), entgegengesetzt. In seiner „Introduction" unter dem Artikel „Capsule" sprach Hooker 1816 in seinem Britisch Jungermanniae sich so aus: „In Jung. serpyllifolia and its congeners . . . the helix is double and enveloped by a thin, pellucid, tubular membrane. A similar membrane envelops the long filaments of J. epiphylla. — — It is possible that this membrane may exist in all the species in a young state of the capsule, at which period I have sometimes seen it in those, in which I have looked for it in vain when the capsule has been ripe." — Das mag zum Theil in dem schlechteren Zustand der Mikroskope in England gelegen haben; in Hook. Brit. Jung. tab. 81 Fig. 14 sind Elateren von *Radula complanata* abgebildet in einer Grösse, welche Gundelach's Obj. V mit Ocular I = 275/1 entspricht. Gundelach's Obj. III mit Ocul. III = 170/1 zeigt mir schon die Schlauchhaut, aber bei 275/1 natürlich viel sicherer, so dass man die Schlauchhaut von der einen Drehung der Fiber zur andern sehen kann.

Corda hat in seinen Jungerm. t. 41 in Fg. 8 einen Elater gezeichnet, wie ihn Gundelach's Obj. VII mit Ocular I = 600/1 zeigt. 1829 hat Lindenberg in der Vorrede seiner Synops. Hep. Eur. p. 12 diejenigen Hepatic. zusammengestellt, welche „nackte Schleudern" und welche „elateres tubo inclusos" haben. Da wird auch dem Mikroskop die Schuld zugeschoben („folliculo resorpto, vel, si eum adesse putes, ita tenui, ut ab elateribus ipsis et microscopii ope discerni nequeat). Seine Vorstellung war pg. 11 „Deinde, fructu sensim maturescente, liquor, quo tubus refertus est, absorbetur, fila increscunt, intorquentur magisque colorantur; demum vero folliculus ipse absumitur et evanescit, ut, cum fructus maturuit, elateres nudi, fusci, spirales, restent." So das Dogma! Nees in seiner Naturg. d. Europ. Leberm. I p. 8 giebt 1833 an, dass ein zusammengesetztes Mikroskop von 25—50maliger Vergrösserung im Durchmesser genüge, und ebenso spricht Hübener in seiner Hepatic. Germanic. Einleitung p. XXVIII. Mit solchen Mikroskopen ist allerdings nicht auszukommen für feinere Untersuchungen. Aber im Jahre 1835 merkte Corda bei Sarcomitrium palmatum

tab. 36. p. 121 (Sturm Deutschl. Flora II. Heft 26.27.), dass man mit einem guten Mikroskop sowohl bei den 1spirigen wie bei den 2spirigen Schleudern immer mit einiger Aufmerksamkeit den Schlauch sehen könnte und bat desshalb die Leser, überall in den früheren 4 Heftchen statt „nackte Schleudern" „gescheidete" zu setzen. Diese nicht wegzuleugnende Thatsache kam selbst Nees etwas unbequem, und desshalb sah er sich veranlasst 1838 im 3. Bande seiner Europ. Leberm. pg. 1 die beschönigende Anmerkung zu machen: „Ich behalte den Ausdruck „nackt" „nudus" bei in allen Fällen, wo die Schleudern bei der Reife keine deutliche Schlauchhülle mehr zeigen, obwohl dieselbe wahrscheinlich nicht wirklich fehlt, sondern sich nur dichter an die Fasern angelegt hat." Bischoff, Handbuch der botanischen Terminologie, 1842. 2. B. p. 732 Zusatz 26 lautet:

„An den Schleudern ist zu unterscheiden der Schlauch (utriculus) oder die röhrige Zelle selbst und die Spiralfaser (fibra spiralis). Der Schlauch fehlt ursprünglich nie, wird aber wegen seiner Farblosigkeit und Zartheit leicht übersehen. Darauf beruht die nicht in der Natur begründete Unterscheidung von „beschlauchten" (elateres utriculati s. circumdati) und „nackten" Schleudern (elat. nudi), wobei man überdies die Spiralfasern für die Schleudern selbst genommen hat."

Nach dieser klaren und richtigen Darstellung ist dann in unserer Synopsis Hepatic. (Hamburg 1844—47) der Schlauch als stets vorhanden vorausgesetzt und nur bei *Haplomitrium Hookeri* p. 2 sollte „die fibra duplex in folliculo tenuissimo fusiformi', hervorgehoben werden, weil die Hooker'sche Tafel 54 (British Jungerm.) in Fig. 12 eine richtige Zeichnung des jungen Elater's, aber Fig. 14 nur die eine Spiralfaser giebt, wozu der Text sagt: „the spiral filaments are in a young state green, and enclosed in a thin white membrane (F. 12), which in their perfect state is lost."

Seit jener Zeit haben sich in Deutschland berühmte Botaniker mit vorzüglichen Mikroskopen auch der Lebermoose angenommen, es sind alle die Arbeiten entstanden, die ich zu Anfang dieses Aufsatzes nannte; da wird uns mit einem Male 1874 ein aufgewärmtes Gericht von 1822 geboten und als Standard Work angepriesen (Husnot Revue bryologique 1875. p. 10/11), welches das „Bréviaire de l'Hépaticologie" sein soll; trotz diesen ausserordentlichen Eigenschaften musste der Preis des Buches von 8 Frcs. auf 5 Frcs. heruntergesetzt werden, und die Buchhandlung Muquardt in Brüssel wandte sich speciell an die einzelnen Lebermoosfreunde in Deutschland, um dies werthvolle Buch unterzubringen. Wer Lust hat sich über „Dumortier's Hepaticae Europae 1874" etwas näher zu unterrichten, der mag den Aufsatz von Herrn Jack in der „Botanischen Zeitung" von 1877 nachlesen.

Die Sporen sind klein und braun; nur bei starker Vergrösserung zeigen sie eine punktförmige Körnelung der Sporodermis. Ueber die männliche Blüthe ist das Nöthige schon früher (p. 44) gesagt.

Für die Synopsis Hepatic. p. 196 versuche ich folgende Phrase für das Genus

Gongylanthus N. ab Es.

Tubus fructifer cylindricus faciei caulis ventrali continuus in terram descendens radiculoso-villosus; cujus in fundo calyptra libera affixa ad 1/3 fere partem longitudinis tubi adscendens, basi pistillis abortivis stipata invenitur. Capsula cylindrica, quadrivalvis, valvis aequalibus linearibus rectis.

Inflorescentia feminea epigena, primo in caulis dorso inter folia minora involucralia, deinde in caulem demissa ejusque faciem ventralem protrudens, denique, canali per caulem facto, tubum fructiferum cauli continuum perficiens, in quo, ad fundum progressa, fructum suum maturat, qui eadem via qua pistilla descenderunt, perque caulis canalem inter folia involucralia protruditur.

Plantae (Italiae et Algeriae) arctissime repentes, Jungermanniae cujusdam minoris ex integrifoliarum sectione similitudine, foliis succubis basi dorsali cum folio opposito connatis adscendentibus integris, amphigastriis carentes.

Bei andern Pflanzen steht das Fruchtrohr an der Spitze und schliesst nach den wenigen Exemplaren, welche ich gesehen habe scheinbar das fruchtbare Stämmchen ab. Dahin gehört das Genus

Podanthe Taylor. Hooker's London Journ. of botan. 1864 p. 413.

Charact. general. Dioica. Receptaculum femineum descendens, lineare, radices demittens. Plantae masculinae folia perigonialia basi ventricosa; antheridia majuscula, rotundato-oblonga, pedicellata. (Taylor.)

I. Podanthe Drummondii. Tayl. et Mitten.

Lethocolea Drummondii Mitten in Linn. Soc. Journ. Bot. vol. XVI p. 190.

Mitten hat das Verdienst diese Pflanze von ihren Anhängseln gereinigt und sie uns nun verständlich als Gymnanthe Drumondii in Hook. Antarct. Voy. II P. 2 (Flor. Novae Zeeland.) p. 144. tab. 99. Fg. 8 aufgestellt zu haben. Das vergrösserte Bild zeigt uns ein weibliches Stämmchen mit 13 Blattpaaren, welche von der Basis bis zum ersten Blatt, dem Floralblatte, stetig wachsen; unter der Spitze sehen wir eine behaarte Keule hängen, das Fruchtrohr „the prolongation of the midrib (= des Stämmchens) radicating, in structure and position analogous to the descending receptacle of Gymnanthe, Tayl.“ Zwischen dem Terminal-Blattpaare, welches das grösste war, fand Taylor 2—6 kleinere, schmälere, etwas gekrümmte, zusammenstehende Blättchen, in denen er die Archegonien suchte, aber nicht fand, weil sie sich bereits in den Grund des Fruchtrohres hinabgesenkt hatten. Die Antheridien fand er in dem bauchigen Grunde der Perigonialblätter einzeln stehen. Denken wir uns, dass über die Oberfläche der Blätter und des Stammes irgend eine dünne Riccie (?) aufgegewachsen war, so wird leicht verständlich, wie Taylor von einer Frons sprach und die Pflanze zuerst in Drummond's Swan River Cryptogam. „Riccia squamata“ benannte, wo die squamae natürlich die Blätter der unterliegenden Pflanze waren. Diesen Irrthum hat Mitten aufgedeckt, und die gereinigte Pflanze in Taylor's Sinne als *Gymnanthe Drumondii* aufgestellt; unsere Synops. Hepatic. zeigt sie noch als *Podanthe squamata Tayl.* p. 789 hinter Metzgeria aufgeführt. Da sie aber in ihrer

Fructification nicht mit Gymnanthe stimmt, so habe ich den ursprünglichen Taylor'schen Namen wieder aufgenommen, der zugleich in seiner wörtlichen Bedeutung (Blüthe im Fuss) eine Bezeichnung giebt, dass die Archegonien sich in den Grund des Fruchtrohres behufs ihrer weiteren Ausbildung versenken. Nach Mitten's Bemerkungen gehört zu dieser Art als sterile Pflanze *Jungermannia pansa Taylor* in Hooker's Lond. Journ. of botan. 1846. p. 275 n. 9, auch auf Lehmgrund am Swan River von James Drummond gefunden (Synops. Hepat. pag. 676 n. 48 c.). In dem Melbourner Herbarium habe ich aus dem District Albany Austral. Occid. einige Exemplare dieser Pflanze gefunden und sie nach Mitten's Bild als *Gymnanthe Drumondii* bestimmt. Ich habe diese Pflanzen zugleich näher untersucht und durch das Prisma gezeichnet. Ohne Amphigastrien. Die männliche Blüthe habe ich nicht gesehen. Die Stämmchen hatten 6 mm. Länge, das Fruchtrohr war 4 mm. lang; ein andres steriles Stämmchen hatte 8 mm. Länge und war mit den beiderseits ausgebreiteten grössten Blättern 5 mm. breit Die Blätter sind eiförmig, decken sich unterschlächtig und haben eine runde Spitze; Blattbasen auf dem Rücken des Stamms abwechselnd. Die Stämmchen heften sich durch ihre Wurzeln dem Boden fest an. Das Fruchtrohr ist bewurzelt und geht schief vorwärts vom Stamme ab in die Erde; quer durchgeschnitten zeigt sich die Wandung 8 Zellenlagen breit; die Höhlung desselben wird ebenfalls wieder von grossen, hyalinen, halbfreien Wandzellen verstopft; 9—10 kegelförmige Zellen zeigen sich in der Rundung der Höhlung, sie stehen theils wagerecht, theils nach oben gerichtet. Die Archegonien stehen alle zusammen im Grunde des Fruchtrohres; ich zählte 5 Archegonien auf einem Längsschnitt. Das Fruchtrohr hat oben im Stamm seine Oeffnung nach aussen, um die einige kleine Blättchen stehen, welche als Involukralblättchen zu deuten sind. Nach den gegebenen Befunden lässt sich freilich sicher vermuthen, dass die Frucht im Fruchtrohre aufsteigend zwischen den Endblättern zu Tage treten wird, aber ob inzwischen die Calyptra mit der Wandung des Fruchtrohres verwächst oder frei bleibt, ist nicht zu sagen.

2. Podanthe unguiculata.

Jungermannia unguiculata Hook. F. et Tayl. Hooker's London. Journ. of bot. 1846 (Tom. 5) p. 279 n. 18. Synops. Hepat. p. 676 n. 48 d. mas.

Gymnanthe unguiculata Mitten in Hook. Antarct. Voyage II. P. 2. (Flora of New-Zeeland) p. 144 n. 5. tab. 99. Fg. 6.

Schon Taylor schrieb: „This species has the habit of Gymnanthe Wilsoni, Tayl.“ l. c. p. 280; derselbe hatte auch in seiner Pflanze den männlichen Blüthenstand und die Amphigastrien gesehen; die weibliche Fruchtbildung war ihm unbekannt geblieben. Die oben angegebene Abbildung hat es mir möglich gemacht diese Pflanze unter den Lebermoosen zu finden, welche Herr Balansa aus Neu-Caledonien mitgebracht hat Ich habe sowohl die männliche Blüthe als auch das Fruchtrohr mit den versenkten Archegonien in mehrfachen Exemplaren untersucht und durch das Prisma gezeichnet.

Die Stämmchen, welche mir vorliegen, sind 7—10 mm. lang und zeigen etwa 11 Blattpaare, deren grösste ausgebreitet etwa 6 mm. messen; die reingemachten

Stämmchen liegen im Wasser meist auf der Seite, und die Blätter erscheinen dann vom Stamme aufwärts gerichtet; so gemessen geben die längsten Blätter von 3—3½ mm. Höhe. Die Stämmchen sind unterbrochen bewurzelt, haben häufig bei jedem Wurzelursprunge einen purpurrothen Wurzelfleck, welche Farbe sich mitunter auch auf die Blätter zieht; die Wurzeln sind lang, hyalin, mitunter sehr schwach gelblich, und werden besonders beim Austritt des Fruchtrohres aus dem Stämmchen sehr lang. Die Blätter wachsen an Grösse nach der Spitze zu, sind gross, rundlich-viereckig, decken sich unterschlächtig, und haben nach der Grösse 8—10—12—14 Zähne, die nach den nebenliegenden Buchten grösser oder kleiner erscheinen; die Spitze des Zahns besteht meist aus einer Reihe von 4—5 Zellen, worauf dann tiefer 2—4 Zellen in der Breite folgen. Die Blätter bilden durch ihre aufrechte Richtung in der Mitte eine tiefe Rinne, so dass die Blattspitzen der beiden Reihen mehrere Millimeter auseinander stehen. Unter der Spitze senkt sich das Fruchtrohr aus dem Stamm in einem stumpfen Winkel nach vorwärts in die Erde; dasselbe ist an den mir vorliegenden Pflanzen 6 mm. lang und 1 mm. im Durchmesser, nach seinem Ursprunge zu stärker bewurzelt, und endet unten häufiger mit einer stumpfen konischen Spitze, während Fruchtrohre mit rundlichem Ende mir weniger vorgekommen sind. Im Grunde dieses Fruchtrohres fanden sich 12—15 Archegonien, von denen sich eins schon durch die Anfänge einer jungen Frucht vor den Andern hervorhob. Ueber diesem Blüthenstande schloss sich die Höhlung des Fruchtrohres, dessen Wandung 6—8 Zellen stark war, durch die von ihr aufwärts strebenden, schwachkegelförmigen, hyalinen Zellen. Das Fruchtrohr öffnete sich mit einem ovalen Loche zwischen den Involukralblättern. Von den männlichen Zweigen sagt Taylor: „the male shoots are smaller; between the terminating pair of their leaves are numerous, crowded, pedicellated, whitish anthers". Ich habe mehrfach die Antheridien in den oberen Blattpaaren, zu 2 häufig in demselben Perigonialblatte gefunden; der Stiel der Antheridien zeigt eine doppelte Zellenreihe von 5—6 Zellen Höhe. Von den Amphigastrien sagt Taylor: „Stipules observable only near the summits of the stems." Sie sind klein und verstecken sich zwischen den Wurzeln; sie sind höchstens 3—4 Zellen breit, etwa 3 Zellen hoch und spalten sich in 2 Zähne von 2 Zellen Höhe; mitunter entsteht in der Mitte ein Zahn und an den Seiten eine Ausbuchtung von einer Zelle.

Von dieser Pflanze gilt dasselbe, was bei *Podanthe Drummondii* bemerkt wurde; die Art und Weise, wie sich die weibliche Frucht entwickelt, ist vollkommen klar, aber ob die Haube später mit der Wand des Fruchtrohres theilweise verwächst, oder ob sie ganz frei bleibt, wie bei *Lindigina*, ist bis jetzt unbekannt.

Lindigina.

In meinen mexikanischen Lebermoosen bin ich genöthigt gewesen, ein neues Genus aufzustellen für *Gymnanthe Liebmanniana* unserer Synopsis Hepatic. p. 712 n. 6, da die genauere Untersuchung ergab, dass die verkümmerten Archegonien nicht auf dem Gipfel des Fruchtsackes standen, wie es in den Originalformen des Taylor'schen Genus Gymnanthe der Fall ist, sondern dass dieselben im Grunde des Fruchtrohres

sich vorfanden. Zuerst hatte ich dieses neue Genus „Lindigia“ genannt; aber weil Dr. Hampe diese Form des Namens schon für eine Moosgattung verwendet hatte, so wurde die Form „Lindigina“ gewählt. Auf der zugehörigen Tafel XX der Mexikanischen Lebermoose trägt sie noch den Namen *Gymnanthe Liebmanniana*, und im Text p. 120 (Separat-Abdr.) ist sie „Lindigia“ bezeichnet. Der Druck dieses Bandes der Königl. Dänisch. Gesellsch. der Wissenschaften erlitt eine Unterbrechung und wurde erst 1867 vollendet. Der Name „Lindigina“ erscheint zuerst 1864 in den Lebermoosen von Neu-Granada (Annales des sciences naturelles 5e sér. Tom. I. pl. 20. Fig. 50 (pag. 43 Separ. Abdr.). In der mexikanischen Pflanze habe ich mehrmals den weiblichen Blüthenstand auf dem Rücken des Stämmchens in einer kleinen Vertiefung gesehen, und mehr als 15 kurze Archegonien, welche in mehrere Paare kleiner Blättchen eingehüllt waren, gefunden. Die innersten dieser Blätter waren hyalin, sehr concav, und zeigten einen crenulirten Rand; es waren die Involukralblätter, welche den Schutz der Archegonien vermittelten. Häufig theilt sich der Stamm, welcher die weibliche Blüthe trägt, nach vonre in 2 Aeste, aber wenn das Fruchtrohr sich zu entwickeln anfängt, so wird dieser Theil gleichsam zum Wachsthum mit verwandt, und bei völliger Entwickelung des Fruchtrohres erscheint der Stamm durch die Rundung desselben unterbrochen, und die vorderen Aeste haben jetzt den Anschein, als wenn sie aus der Ventralwand des Fruchtrohres entsprängen, während das vordere Ende des älteren Stengeltheils mit seinen Floral- und Involukralblättern die Mündung des Fruchtrohres umfasst, und die Kapsel aus demselben zwischen seinen beiden Blattreihen durchsteigen lässt (l. c. tab. XX. Fig. 1). Hier bleibt nun die Haube ganz frei im Fruchtrohr (Fig. 2). In einem Längsschnitt durch ein Fruchtrohr, dessen Kapsel schon nach aussen getreten war, habe ich an jeder Seite der Mündung desselben 5 Blätter gezählt, welche diesen Theil schützten; das Fruchtrohr zeigte in halber Höhe im Querschnitt 5 Zellen Wanddicke, aber in der Höhe der Mündung zählte man mit den grossen, hyalinen, halbfreien Zellen, welche von der Wand wie ein Federbusch gekrümmt in die Höhlung hineinhingen, in der Wanddicke bis 12 Zellen, während die Haube an der Spitze nur eine Zelle dick war. Das ausgewachsene Fruchtrohr ist 2 mm. lang und steigt im spitzen Winkel von dem Stamme ab in den Boden; bis auf wenige Wurzeln, die sich an seinem Grunde finden, ist es nackt; die Stränge von Wurzeln, welche mit seiner Wand verkleben, entstehen aus dem Stamm unter den Ventralbasen der Stammblätter. Es ist ziemlich schwer eine Anschauung über die Dorsalbasen der Blätter zu gewinnen; an den kleineren Zweigen sieht man sie in einen sehr spitzen Winkel auf dem Rücken des Stämmchens zusammengehen und sich mit einander verbinden („folia opposita antica basi anguste combinata“ Mitten). Der männliche Blüthenstand der *Lindigina Liebmanniana* ist mir bis jetzt noch unbekannt; ich führe deshalb eine Angabe Mitten's hier an, obschon er nicht grade unsere Pflanze namentlich angiebt (Linn. Societ. Journ. Bot. vol. XVI p. 190): „In a Mexican species belonging to the opposite-leaved section of Lindigina the male inflorescence consists of antheridia in the saccate bases of cauline leaves, as in Lophocolea.“ Was nun die *Lindigina Granatensis* anbetrifft, so wird natürlich der Gattungs-

name nicht eher festzustellen sein, als bis man die vollkommen fruchtende Pflanze gesehen hat. Unsere citirte Figur (Ann. d. sc. natur. 1864) könnte man vielleicht für einen jüngeren Zustand halten, weil der Fruchtsack nur einen so kleinen Vorsprung unter dem Stamme zeigt, aber die junge Frucht im Innern wäre dann über alle Erwartung weit in Vergleich mit den Verhältnissen der *Lindigina Liebmanniana* entwickelt. Nach den um die Basis der Calyptra zerstreut stehenden verkümmerten Archegonien ist die Vermuthung gestattet, dass die Calyptra sich auch frei im Fruchtsacke befinden werde; aber die vollkommen ausgebildete Pflanze wird erst zeigen, ob dieses Lebermoos überhaupt zu *Lindigina* gebracht werden kann.

In dem vorher angeführten Journ. of Linn. Societ. Bot. vol. XVI. pag. 190 bringt Mitten das *Gymnomitrium scariosum* unserer Synops. Hepat. p. 3 zum Genus *Lindigina* und hat davon eine kleine Figur tab. V. Fig. 1—6 gegeben, welche uns das Fruchtrohr zeigt.

Lindigina scariosa. „Caulis prostratus simplex crassus inferne radiculosus ex apice innovans. Folia sursum secunda conniventia arctissime imbricata opposita antica basi anguste combinata reniformia concava integerrima margine pallidiore scarioso limbata cellulis hexagonis parietibus angustis pellucidis in folii medio granulis repletis areolata. Perigynium tubulosum fuscum radiculosum longe in terram descendens.“

„No important modification of the leaves around the apex of the perigynium is observable, but no plants have been seen with capsules, and therefore none completely matured.“ Mitten's Figur zeigt das vergrösserte Stämmchen in der Seitenansicht, das Fruchtrohr steigt ungefähr in einem Winkel von 60° mit dem Stamm in den Boden.

Eine zweite Lindigina, ebenfalls vom Cap der guten Hoffnung ist

Lindigina renifolia Mitten. „Caulis prostratus simplex ex apice innovans subtus radiculosus. Folia opposita sursum incurva conniventi-imbricata reniformia apice lata truncata inflexa basi antica cum folio opposito anguste connexa integerrima e cellulis rotundo-hexagonis areolata. Perigynium tubulosum longe in terram descendens radiculosum. (Tab. V. Fig. 7—12.)“

P. 191: „The perigynium, of a pale brownish colour, has many scattered hair-like roots; its tranverse section shows it to be composed of about six strata of cells, of which the interior consists of much longer somewhat ovate cells affixed by their bases, the narrower ends being free.“

Nach dieser Angabe scheint es nicht zweifelhaft, dass die Archegonien sich alle im Grunde des Fruchtrohres befinden, wonach unglücklicher Weise Mitten nicht gesehen hat.

In Betreff des Durcheinanderlaufens der Namen theile ich noch eine Stelle von Mitten aus demselben Journale mit: „In the Handbook of the Flora of New-Zealand (a. 1867), in ignorance of *Lindigina, Lethocolea* was employed to designate some species which agree with those referred by Gottsche himself to *Lindigina,* yet in some respect differ from it, if *Lindigina Liebmanniana* is taken as the typical

species, and also if its leaves are opposite and combined; it would then, with *Lindigina scariosa* and *Lindigina renifolia* and some other Mexican and South-American species, all with opposite and combined leaves on the dorsal side, form a group with a more lax areolation than is observable in the *Lethocolea Drmmondii* and *Lethocolea concinna* of the Tasmanian Flora and also in the *Lindigina Granatensis,* in all which the leaves are alternate and of more dense substance."

Lethecolea Bustillosii Mitten.

Journ. Linn. Society Bot. vol. XV. p. 64. Gymnanthe Bustillosii Mont. in Flor. Chilens. Cryptog. pag. 249. tab. 6 Fig. 1. Montagne in Annal. des scienc. nat. 1845. p. 346. Synops. Hepat. p. 712. n. 7.

Diese Pflanze aus Chili, deren vollkommene weibliche Fructification bekannt ist und deren männliche Blüthen sich auf derselben Pflanze finden, ähnelt sehr der *Lindigina Liebmanniana*, aber in dieser ist die Haube frei im Fruchtrohr, während in der *Lethocolea Bustillosii* die Haube mit der innern Wand des Fruchtrohres etwa zum $^3/_4$ Theile verwachsen ist und nur eine freie Spitze hat. Die Kapsel tritt am vorderen Ende der Pflanze zwischen den Involukralblättern aus seinem Fruchtrohr hervor, welches bei den meisten Fällen, die ich gesehen habe, die Pflanze abschliesst; nur einmal habe ich eine Innovation vor demselben unter den Floralblättern vom Stamme ab entstehen sehen. Eine wunderbare Uebereinstimmung mit *Calypogeia Trichomanis* zeigt sich darin, dass hier in der Calyptra ein eben solches Involucellum proprium pedunculi vorhanden ist und mit ebenso eigenthümlich geformten Randzellen, wie ich solches Nova Act. Nat. Cur. vol. XXI. P. 2 p. 451/422 beschrieben und tab. 31. Fg. 17/18 abgebildet habe. In meinen Pflanzen war dies Involucellum schon mit der Haube fest verwachsen, aber es konnte in dem untern Theil der freien Haubenspitze durch die querlaufenden Zellen des Randes leicht vom Haubengewebe unterschieden werden. Ich vermuthe darnach, dass es hier ebenso, wie bei *Calypogeia Trichomanis*, einen Zeitraum geben wird, wo sich dies Involucellum proprium frei zwischen der Haube und dem Fruchtkörper befindet. Auf dem Durchschnitte zeigt die Wand des Fruchtrohres 5 Zellen; an derselben Stelle zeigte das Involucellum mit der Calyptra-Wand 6 Zellen, welche aber 3 mal so dick sind, als die Wand des Fruchtrohres. Ueber der Haubenspitze ist natürlich das Fruchtrohr ebenso durch von der Wand hinein hängende rundliche Zellen verstopft, wie wir dies überall bei den andern Fruchtrohren gefunden haben; durch das Hindurchtreten der Frucht werden diese Zellen verdrückt und verödet, aber man findet und erkennt sie auch später noch ganz leicht, wenn man überhaupt diesen Vorgang kennt. Auch die Elateren bieten noch eine Eigenthümlichkeit; sie ähneln denen von *Physiotium.* Beide Enden des gelblichen Elateren-Rohres sind ohne die doppelte Spiralfiber, und sehen so gleichsam wie der Stiel des zierlichen Mittelstückes aus. Das Fruchtrohr tritt in einem spitzen Winkel mit dem Stamme von demselben ab, der Grund desselben liegt von der Spitze der Pflanze (dem grössten Endblatte) rückwärts; dasselbe ist sehr bewurzelt und ebenso der Stengel der Pflanze. Die Blätter sind eiförmig-oval und haben eine warzige Oberhaut, etwa wie das Blatt

von *Scapania aequiloba.* Bei 250/1 von oben gesehen, sehen die reichlichen Tuberkeln (45—50) auf einer Zelle wie ein Netz aus, indem die Vertiefungen zwischen ihnen gleichsam die Netzmaschen darstellen; am Bauchrande des Blattes sind die Zellen oblong, und die Tuberkeln werden dort erhabene Streifen; bei jungen Blättern fällt diese Zeichnung weg, sie haben wenig oder gar keine Tuberkeln, die sich noch am ersten am Rande sehen lassen; auch an den Floralblättern ist dies nicht so schön zu sehen, am besten zeigt es sich an einzelnen grossen Stammblättern. Die Dorsalbasen der Blätter sind nicht zusammenhängend, sondern abwechselnd. Montagne hatte zuerst die Pflanze nach seiner Etiquette als *Acrobolbus* aufgefasst, daher sein etwas eigenthümlicher Ausspruch in den Annal. d. scienc. natur. l. c.: „Cette espèce ressemble au Gymnanthe Wilsonii Tayl.; mais on l'en distinguera aisément par ses feuilles entières. On voit les lobes de la coiffe un peu séparés du torus (Fruchtrohr), dont le sommet est couronné par les pistils."

Zu dieser Pflanze bringt Mitten seine sterile *Lethocolea prostrata* von der Insel Tristan d'Acunha, die ihr sehr ähnlich sein soll. Cf. Journ. of the Linn. Societ. Bot. vol. XV. p. 64. (Read 15. April 1876.)

Marsupidium Mitten.

Die Originalpflanze wurde von Herrn Knight auf Neu-Seealnd (1870) gefunden und von demselben mit der Etiquette „*Marsupidium Knightii Mitten*" an den Herrn Prof. Schimper in Strassburg geschickt, welcher mir die Pflanze mit Frucht schenkte. Ich weiss nicht, wo Mitten diese Pflanze beschrieben und abgebildet hat; das hier Mitgetheilte ist das Resultat meiner Beobachtung. Ganz entgegengesetzt den Pflanzen, von denen wir bisher gesprochen haben, die alle ihr Fruchtrohr entweder am vorderen Ende oder in der Mitte des Stämmchens hatten, findet sich hier der eiförmige Fruchtsack an der Basis der Pflanze, entweder am Grunde aufgerichteter Aeste oder an den Aesten des kriechenden Stammes, dem Aste, aus dem er entstanden ist, mit einem Theil seines weissgrünlichen Sackes seitlich anhängend. Die männlichen Blüthen stehen ganz in der Nähe, in Aehren an meist horizontal auf der Erde hinlaufenden Stämmchen, die auch mitunter sich aufrichten und einen stark beblätterten Zweig bilden. Durch die aufstrebenden Zweige, durch ihre Blattform wie durch den kriechenden Stengel hat diese Pflanze eine gewisse Aehnlichkeit mit *Adelanthus decipiens* (Plagiochila decipiens Synops. Hepat. p. 24. Jung. decipiens Hook. British Jung. tab. 50). Diese Pflanzen sind von den vorhergehenden Gattungen sehr verschieden, aber was die Stellung ihrer verkümmerten Archegonien anbetrifft, so zeigen sie eine scheinbare Aehnlichkeit mit Acrobolbus oder Gymnanthe, da alle Pistille auf dem Gipfel des eiförmigen Fruchtsackes hinter den polymorphen Involukralblättern stehen, während ein einziges Pistill ausgebildet wird, das als Frucht dann den Fruchtsack ausfüllt. Ich bin nicht so glücklich gewesen, die ursprüngliche weibliche Blüthenknospe zu finden; aber den nächsten Zustand kenne ich genauer. Man findet an den Zweigen, die auf der Erde umherkriechen, kleine (stecknadelkopfgrosse), weissgrüne, kugelige Auswüchse, mit vielen Wurzeln bekleidet; wenn man diesen Körper sammt seinem

Aste der Länge nach durchschneidet, so sieht man die Zellenlagen von dem Aste in den Körper nach oben und unten einstrahlen. Je jünger dieser Körper ist, desto tiefer ist diese Einstrahlung nach seiner Basis hin; je grösser derselbe ist, desto tiefer liegt die untere Spitze unter dem Einstrahlungspunkt. Dieser Körper ist ganz solide; auf seiner oberen Fläche stehen in Reih und Glied 10—15 kurze, dicke Archegonien, von denen gewöhnlich nur einige befruchtet werden.

Vom Einstrahlungspunkt aufwärts stehen die hyalinen Involukralblätter in 2 oder 3 Reihen. Das befruchtete Archegonium wächst mit seinem untern Theil in den soliden Körper hinein, der wahrscheinlich dazu dient, ihm seine Nahrung zu liefern. Grade so finde ich die Verhältnisse bei *Gymnanthe tenella*. Der junge Fruchtsack von *Marsupidium* sucht sich demnach zuerst nach oben auszubilden, später verlängert sich erst die Basis; bei dem ausgebildeten eiförmigen noch soliden Fruchtsack liegt der Anheftungspunkt im oberen Drittel eben unter den metamorphosirten Blüthenblättern. Der reife Fruchtsack hat bei mehreren Pflanzen die Grösse von 3 mm. ergeben; durch den Austritt der Frucht springt er oben und zeigt vorne und hinten einen kleinen Längsriss. Die ovale, wenn ausgestäubt, zimmtbraune Kapsel ist 2 mm. lang und hat die bekannten Halbringe auf der Innenschicht; der entwickelte Fruchtstiel misst 22—32 mm. Schneidet man nun einen solchen Fruchtsack, der seinen Fruchtstiel noch unverletzt in sich trägt, der Länge nach durch, so gewahrt man eine glatte Höhle, welche nach der Kapsel und dem Fruchtstiel (vor seiner Entwicklung) geformt erscheint. Der Fruchtstiel sitzt an der Basis fest in einer mehrzelligen rundlichspitzen Schale, welche wieder durch eine etwas anders gefärbte, hellere, mehrzellige Schicht umfasst wird; diese umgiebt endlich die äussere Fruchthülle (5 Zellen Wandbreite) mit ihren Wurzeln. Dieser letzte Theil ist jedem Beobachter klar; die zweite nach innen darauf folgende Schicht ist die Haube (Calyptra), und die innerste Schicht, in welcher der Fruchtstiel sitzt, ist wieder das Involucellum pedunculi proprium, von dem schon bei *Lethocolea Bustillosii* die Rede war. Es giebt sich im Innern der Haube auch wieder augenblicklich durch seine eigenthümlichen, grossen, krummen Zellen zu erkennen, und steigt weit nach oben hinauf, wo es fest mit der Haube verwachsen war; aber nach der Basis zu habe ich bei mehreren Fruchtsäcken zwischen Haube und Involucellum auf beiden Seiten des Schnittes eine Spalte gesehen, und sollte dies wirklich eine künstliche Trennung gewesen sein, so muss wenigstens dort die Verwachsung dieser beiden Theile nicht so innig gewesen sein, wie weiter nach oben hin. Für diese Pflanze gebe ich folgende Diagnose:

Marsupidium Knightii Mitten.

M. examphigastriatum, caule arcte repente multiramoso, ramis primariis adscendentibus erectis simplicibus, foliis imbricatis succubis ovato-quadratis, apice plus minusve (3—8) — dentatis, dentibus ex uno—3 cellulis confectis, margine dorsali interdum uno alterove dente armato plerumque inflexo (praecipue foliorum superiorum) in dorsum decurrente, ventrali rotundato plus minusve dentato; flore utroque ad basin plantae posito; sacculis fructiferis primo rotundiusculis solidis deinde ovifor-

mibus pendentibus pallidis (e radicellis) hirsutis e latere vel ex apice ramorum enascentibus summo apice clauso archegonia sterilia foliis involucralibus plurifidis hyalinis munita gerentibus; fructu involucello pedunculi magno (cum calyptrae pariete interno connata) velato; flore masculo spicaeformi, foliis perigonialibus concavissimis, apice spinoso-dentatis, unicum vel bina antheridia in gremio foventibus.

Eine zweite Art *Marsupidium excisum*, deren Fructification noch unbekannt ist, hat Mitten in Journ. Linn. Botan. vol. XV. p. 69 aus Kerguelen's Land aufgestellt und in Philos. Trans. vol. 168 p. 44. tab. III. Fg. 11 bekannt gemacht.

Gymnanthe Taylor.

In den Hepaticae Novo-Granatenses (Annal. des sc. natur. 1864. Tom. I) habe ich diejenigen Pflanzen als *Gymnanthe Taylor* zusammengestellt, welche den weiblichen Blüthenstand auf dem Rücken des Stämmchens an der Spitze zeigen, aber wo nur ein befruchtetes Archegonium sich zur vollständigen Frucht entwickelt, und die verkümmerten Archegonien alle auf dem Gipfel des eiförmigen Fruchtsackes, d. h. an ihrem früheren Platze stehen bleiben. In meiner früheren Schrift Nov. Act. N. Cur. vol. XXI p. II ist Tab. XXXII Fig. 22, 23, 26 sammt den halbreifen Früchten F. 24, 25, 27, von *Gymnanthe Wilsonii* nachzusehen. Diesem Typus folgen nun sicher:

1. *Gymnanthe Wilsonii* Synops. Hep. p. 192 no. 1 = Acrobolbus Wilsonii Nees (Synops. Hep. p. 5 ♂); Carringt. Brit. Hepat. p. 42—44. ♀ ♂ c. icone. Pl. X. Fig. 33.
2. *Gymnanthe tenella Tayl.* Synops. Hep. p. 192 n. 2. ♀ ♂.
3. *Gymnanthe saccata Hook.* Synops. Hep. p. 13 n. 3. ♂.
4. *Gymnanthe laxa G.* ♂ = Plagiochila laxa Lindenbg. Synops. Hepatic. p. 36 n. 26. In Pflanzen aus Guadeloupe habe ich vollkommene Fruchtsäcke gefunden.

?5. *Gymnanthe diplophylla Mitten* in Hook. Antarct. Voy. III. 2. p. 230 tabl. 179 F. 5. „The torus (Fruchtsack) appears to agree in all particulars with that of Gymnanthe saccata Mitten. In unserer Synops. Hep. p. 624 n. 16 b. sagt Taylor von dem einzigen Fruchtexemplar: Calyptra erat globosa stylo truncato coronata, pistillis multis sterilibus in superficie obsita et circumdata squamis multis, quarum interiores reliquis erant angustiores, omnes laciniatae cunctaeque inclusae involucro triphyllo." Diese Phrase ist etwas unverständlich aber das Mitten'sche Bild zeigt grosse Aehnlichkeit mit der Fructification von *G. saccata* und *tenella*; in einer ähnlichen Grube, wie der Fruchtsack des Mitten'schen Bildes an seiner Spitze zeigt, findet man bei *G. tenella* die zusammenstehende Gruppe der Archegonien.

Bei *Gymnanthe saccata* habe ich in der Syn. Hep. pg. 193 schon angegeben: Involucellum proprium, crassiusculum, parieti calyptrae interne laxe affixum, quod pedunculum circumdat". Bei *G. tenella* ist der ausgewachsene Fruchtsack, der seine Frucht sammt dem Fruchtstiel vollkommen entwickelt, 7 mm. lang und 2 mm. breit. Er zeigt im Innern der Haube die leicht erkennbaren Zellen des Involucellum

pedunculi proprium. Die grünen unreifen Fruchtsäcke sind ganz solide; in einer kleinen Vertiefung steht oben zusammen die Gruppe sämmtlicher Archegonien, nur das befruchtete wächst in den saftigen, eiförmigen, rechtwinkelig abgebogenen hängenden Fruchtsack hinein und bildet sich darin aus. In einem solchen grünen Sacke von 4 mm. Länge und 2 mm. Breite fand ich in der Höhlung der Calyptra, welche fest mit der saftigen Wandung verwachsen ist, dieselben Verhältnisse, wie ich sie in meiner früheren Arbeit l. c. Tab. XXX Fig. 11 b. c. d. gezeichnet habe, nämlich die Frucht, welche mit der unteren Hälfte in dem heranwachsenden Involucellum steckt, wodurch also das Involucellum proprium pedunculi mit Sicherheit für *G. saccata* und *tenella* erwiesen ist. Bei *G. tenella* habe ich einmal gefunden, dass in der Höhlung des saftigen Fruchtsackes, welche natürlich durch die Haube ausgekleidet wird und deren Wahrzeichen, der Halstheil des Archegonium, noch auf dieser Höhlung stand, 2 solche ebengeschilderte Früchte sich fanden. Man müsste hier annehmen, dass das Innere eines Archegoniums, (denn seine äussere Zellwand bildet ja eben später die Haube) die Fruchtzelle, sich getheilt habe.

Im Jahre 1867 hat Mitten in Hooker's Handbook of the New-Zealand Flora II. von pg. 751—753 das Taylor'sche Genus Gymnanthe in 4 Untergattungen getheilt:

1. *Tylunanthus* (τυλόεις schwielig, τυλοῦν und ἄνθος Blüthe), hierzu rechnet er *Gymnanthe tenella Tayl.* und *Tylunanthus viridis* — steril — Journ. Linn. Societ. Bot. vol. XV (1876); Philosophic. Transact. vol. 168. p. 197.
2. *Acrobolbus*. Synops. Hep. p. 5. Acrobolbus Wilsonii Nees.
3. *Lethecolea*. Hierzu nach Mitten *Lethecolea prostrata Bustillosii, Drummondii et concinna.*
4. *Balantiopsis* (βαλάντιον Geldbeutel, ὄψις Ansehen).

Ich kenne dies Buch nicht und kann nicht sagen, nach welchen Charakteren diese verschiedenen Genera unterschieden werden.

Nun bleiben noch eine ganze Reihe Pflanzen unterzubringen, welche ausser den schon genannten der Fructification entbehren und daher nirgends mit Sicherheit einzureihen sind.

1.? *Gymnanthe cinerascens Mitten in* Hook. Antarct. Voy. III. 2. p. 229 n. 4. tab. 179 F. 4. (Ig. cinerascens L. L. Synops. Hep. 78.)
2.? *Gymnanthe ciliata Mitten,* Hepatic. of the East Indies p. 100 n. 47. (Journ. Linn. Soc. Bot. tom V. 1860).
3.? *Gymnanthe erinacea Mitten,* Hook. Antarct. Voy. III. 2. p. 230 n. 5.
4.? *Gymnanthe setulosa Mitten,* Hook. Antarct. Voy. II. 2. p. 144 n. 3. tab. 99 Fig. 5. („With the habit of G, Urvilleana and saccata.“)
5.? *Gymnanthe lophocoleoides Mitten,* Hook. Antarct. Voy. II. 2. p. 144 n. 6. tab. 99 Fig. 7.

6. ? *Gymnanthe approximata G.* (Plagiochila approximata Lindenb. Synops. Hepatic. pag. 49 n. 66).
7. ? *Gymnanthe anisodonta G.* (Plagiochila anisodont. Hook. et Tayl. Synops. Hep. p. 638. n. 32. c.)
8. ? *Gymnanthe Fendleri G.* (ad Valenciam Venezuelae. Hepatic. Novo-Granatens. pag. 42.)
9. ? *Gymnanthe Urvilleana Tayl. Mitten,* Hook. Voy. II. 2. p. 144.

In seinen Hepaticae in Hibernia lectae (p. 509) a. 1875 sagt Lindberg: Inter Saccogynam et Geocalycem nullam genericam differentiam sed specificam solam videntes, hanc ad illam reduximus. So hat er denn 4 Arten: 1. *Saccogyna viticulosa Dumort.* 2. *S. graveolens.* 3. *S. australis Mitten* in Hook. Flor. New-Zealand tab. 100 Fig. 1. „Foliis apice bidentatis vel integerrimis amphigastriis bidentatis und 4. *S. jugata Mitten* in Seemann Flor. Vitiens. Fasc. 10 p. 406 n. 1. (1873) „foliis antice conjugatis; apice obtusis, integris vel uni-tridentatis, laciniis amphigastrialibus ovatis et acutis (in Samoa Ins. leg. Powell).

A.

I Calypogeja ericetorum Raddi

In Algeria prope Bonam leg. Prof. Philibert 1876.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.

17/1 180/1 30/1

archeg. a

B.

Calypogeja ericetorum R.

In Sicilia leg. Nyman vere 1844.

11. 12. 13. 14. 15 16. 17.

62/1 150/1 180/1 42/1 30/1

Älterer Stamm

Spitze

a b c d y p

Erklärung der Figuren.

Pflanze aus Bona (Algier) leg. Prof. Philibert. 1876.

Fig. 1. Sterile Pflanze mit einem jungen Spross, von der Seite gesehen; die Wurzeln stehen an der Ventralbasis der Blätter und bilden eine Querbinde zwischen denselben, daher erscheint der Stamm in der Seitenansicht immer unterbrochen — bewurzelt. Vergrösserung 17fach.

Fig. 2. Junger Spross (30/1) seitlich gesehen, um den Abstand der Blattbasen auf der Bauchseite zu zeigen.

Fig. 3. und 4. Derselbe Spross in 2 verschiedenen Lagen, um die Form der Blätter und die dorsale Verwachsung der Blattbasen zu zeigen. (30/1).

Fig. 5. Fruchttragende Pflanze. — 17/1 — Man sieht in dem Fruchtrohr den Fruchtstiel mit seiner cylinderförmigen schwarzen Kapsel gegen den Stamm emporsteigen; die beiden grösseren Endblätter über dem Fruchtrohr sind die Floralblätter, hinter denen innen die Hüllblätter stehen. Die Kapsel tritt durch den Kanal des Stammes zwischen den beiden Blattreihen hervor.

Fig. 6. Fruchtragende Pflanze — 17/1 —. Die Kapsel hatte beim Eintritt in den Kanal des Stammes einen Theil des Stammes fast abgesprengt; beim Zurechtlegen trennte sich dies Stück vollends, so dass man hier den Fruchtstiel aus dem verletzten Fruchtrohr treten sieht, in dem man die hyalinen Leitzellen des Kanals wahrnimmt. Nees muss wohl einen ähnlichen Fall gesehen haben, denn er sagt Hep. Eur. II. p. 406: „Bei dem Hervortreten der Kapsel bleiben die Perianthien mit dem einem Rande ihrer Mündung dem Stengel angeheftet, während die andre Seite sich rundlich ausdehnt, wozu zu vergleichen p. 405 „juxta punctum adhaesionis demum dehiscens“. Die Kapsel ist ausgestäubt, und durch das Deckglas im Wasser breiter gedrückt. Die geschlossene Kapsel ist nicht breiter im Umfang als der Fruchtstiel, an dem man gewöhnlich quer-über 7 Zellen Breite zählt. Die Kapsel sieht nicht gedreht aus, wie die geschlossene Kapsel von *Calypogeia Trichomanis*; die einzelnen Längsreihen der Kapsel liegen im Wasser unter dem Deckglase grade nebeneinander, wie die Zeichnung zeigt.

Fig. 7. Die freie Haube umgeben durch einen Theil des Fruchtrohres, welches an seiner braunen Farbe, wie an den Wurzeln der Aussenseite kenntlich ist. Nach oben sieht man in demselben einige Leitzellen; am Grunde der Haube stehen 2 Archegonien (a) welche in

Fig. 8 stärker vergrössert sind (180/1).

Fig. 9. Stärker vergrösserte Kapsel aus Fig. 5.

Fig. 10 Sporen und Elateren mit 2 Fibern in einem hyalinen Schlauch (180/1).

Pflanze aus Sicilien, im Frühjahr 1844 von Herrn Nyman gesammelt, aus dem Herbar des Prof. Lindberg in Helsingfors.

Fig. 11. Fruchtende Pflanze im Profil ($^{30}/_{1}$). Die grossen Blätter über dem Fruchtrohr decken die kleinen Involukralblätter und das Mundloch des Fruchtrohres. „Das Fruchtrohr entspringt aus der unteren Fläche des Stengels, steigt grade „hinab und ist walzenförmig." (Nees l. c. p. 406.)

Fig. 12. Unterer Theil dieses Fruchtrohres, Längsschnitt (62/1). Man sieht im Grunde die entstehende Frucht mit den 4 verkümmerten Pistillen an seiner Haube. Der Kanal des Fruchtrohres ist durch grössere halbfreie Zellen, die von den Wänden schief hineinragen und sich bis zum Mundloch des Stammes fortsetzen (cf. fg. 6), verengt. Die Wand des Fruchtrohres ist ungefähr 10 Zellen dick, die Lage der Leitzellen nicht mitgerechnet.

Fig. 13. Ventral-Ansicht; das Fruchtrohr ist an der Verwachsungsstelle mit dem Stämmchen quer abgeschnitten (p, p, p, p), um die kreisförmige Wandung (a) des Fruchtrohres zu zeigen; b ist die Höhlung des Fruchtrohres, welche mit den hineinragenden Leitzellen erfüllt erscheint.

Fig. 14. Längsdurchschnitt eines weiblichen Blüthenstandes auf der Dorsalfläche des Stengels. Die sich senkenden Archegonien treiben schon die Ventralfläche in eine rundliche Ausbauchung hervor, welche durch weitere Verlängerung zum Fruchtrohr wird; a, b vom Schnitt getroffene Involukralblätter, c kleineres Blatt welches dem jungen Schosse angehört; d Floralblatt des Stengels.

Fig. 15. Vergrösserte Archegonien der weiblichen Blüthe (180/1).

Fig. 16. Theil eines männlichen Astes mit Antheridien.

Fig. 17. Ein Antheridium stärker vergrössert (180/1).

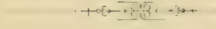
Die Pteropoden

des

Hamburger Museums

von

Dr. Georg Pfeffer.



Die Pteropoden des Hamburger Museums

von

Dr. Georg Pfeffer.

I.

Die Familie der Hyaleiden, nach ihren Schalencharakteren betrachtet.

Die vorliegende Arbeit bietet auf Grund des ausserordentlich reichen Materials des Hamburger Museums eine Reihe von Ergänzungen zur Naturgeschichte, besonders zur Kenntniss der Variationsweite der Hyaleiden. Es wird im Folgenden zunächst die allgemeine morpholigische Differenzirung der Schale innerhalb der Familie, sodann die Bildung der charakteristischen Gruppen und Formen abgehandelt, nicht immer mit gleicher Ausführlichkeit, sondern so, wie es das vorliegende Material gerade zuliess. Es schien vortheilhaft, hierbei ziemlich genau zu verfahren und sogar die Stückzahl der einzelnen Funde anzugeben, einerseits um den Grad der Häufigkeit an dem betreffenden Orte zu kennzeichnen, andererseits aber und ganz besonders, um gleich einen Prüfstein für die Berechtigung der Aufstellung von Formen in den einzelnen Fällen mit zu geben. Auf eine Kritik der Synonymik ist stets eingegangen, jedoch nur insofern es zur Klarstellung nöthig war, die vollständige Liste ist in der Monographie von Rang und Souleyet enthalten.

Wenn man eine typische Hyaleenschale, etwa die von H. tridentata, betrachtet, so bemerkt man, dass eine ziemlich platte Lamelle den Rücken bedeckt, bis an das hinterste Ende des Körpers läuft, hier in einer scharfen Kante umbiegt und, bauchig werdend, nach vorn auf der Ventralseite zurückläuft. Die so gebildete Kante ist sowohl in der Mitte wie an den seitlichen Ecken in Spitzen, die Mittelspitze und die Seitenspitzen ausgezogen. Die Seitenkanten der Ventral- und Dorsalplatte verlaufen ziemlich nah neben einander, berühren sich aber nur ziemlich weit vorn an einem Punkte in einer schlossartigen Vorrichtung. Von der Ventralseite setzt sich am Vorderrande eine schmal halbmondförmige Unterlippe ab. Die Aufbauchung der ersteren nimmt meist nicht die ganze Bauchseite ein, sondern lässt schmalere Theile, besonders die Seitenränder an den Seitenkanten flach.

Auf der Dorsalplatte findet sich, vorn die ganze Breite der Schale einnehmend nach der Mittelspitze zu sich allmälig verschmälernd, ein Mittelfeld entwickelt, welches aus fünf Rippen, der Mittelrippe, den beiden innern und den beiden äussern Seitenrippen besteht. Die erstern drei erreichen den Vorderrand des Feldes, die beiden andern endigen schon früher, an den Seitenrändern des Feldes. Der Vorderrand desselben ist durch einen deutlichen Randwulst ausgezeichnet. Ueber diesen Rand hinaus setzt sich die Platte noch weiter lippenartig fort Betrachtet man die Schale von der Ventralseite, so ragt nicht nur der jenseits des Wulstes liegende Theil, sondern auch noch ein Stück des Mittelfeldes über die Unterlippe, so dass man all dieses als Oberlippe, den vor dem Wulst liegenden Theil als Lippenrand bezeichnen kann.

I. Diesem Typus entsprechen mit ganz nebensächlichen Abänderungen die Gruppen *tridentata, uncinata, globulosa* und *gibbosa.*

II. Durch Abstutzung der Mittelspitze in einer Kante und durch eine Modification in der Bildung der Seitenspitzen — insofern nicht die Ecken der Hinterkante sich zu Seitenspitzen ausziehen, sondern die Ventralplatte allein dies an einer weiter nach vorn gelegenen Stelle thut — leitet sich hieraus *longirostris* ab. Der Randwulst ist, besonders stark bei den Jungen, vorhanden.

III. Die bedeutende Entwickelung der Mittelspitze, die Reducirung des Mittelfeldes, und dem entsprechend des Randwulstes, lässt sodann *inflexa* und *labiata* entstehen. Das Mittelfeld ist bei *labiata* schon fast verschwunden.

IV. Von ähnlichen Formen leitet sich die Gruppe *laevigata* ab, bei der die Wölbung der Bauchplatte, das Schloss, die Lippen- und Rippenbildung gänzlich verloren gegangen ist; man kann sich diese Mängel als Extrem der schon bei *labiata-inflexa* auftretenden Reductionstendenz denken.

V. Bei *quadridentata* muss man die Mittelspitze in ziemlicher Entwickelung supponiren, doch ist sie bei allen bisher zur Beobachtung gelangten Stücken abgestutzt und durch ein Septum verschlossen. Der Randwulst ist entwickelt, indessen der davor liegende Lippenrand unausgebildet.

VI. Durch die Lippenbildung der vorigen, jedoch unter Beibehaltung der sehr entwickelten Mittelspitze, leitet sich vom Typus die Gruppe *trispinosa* ab. Sie unterscheidet sich aber von allen bisher betrachteten durch die Ausbildung eines Embryonalschälchens am Ende der Mittelspitze. Ausser durch dieses Merkmal leitet sie auch durch die Entwickelung der beiden schrägen Rippen auf der Ventralplatte zu den nun folgenden Gruppen über, schliesslich noch durch ein Merkmal, welches sie mit *quadridentata* gemein hat, welches daher auch diese Gruppe schon in die Uebergangsglieder zieht, nämlich durch die wenigstens auf der Dorsalplatte auftretende transversale Ringelung der Schale.

Bei den folgenden beginnt nun erstens eine Verwischung des Mittelfeldes bis zum gänzlichen Verschwinden, ferner eine Reduction des vor den Seitenspitzen liegenden, bei den vorher betrachteten vorwiegend ausgebildeten, und dem entsprechend eine besonders starke Ausbildung des hinter den Seitenspitzen liegenden Theiles, so dass, während bei *quadridentata* die Mittelspitze eigentlich ganz verschwunden war, bei den Extremen dieser Formencomplexe der ganze bei *quadridentata* entwickelte Schalentheil nicht zur Entwickelung kommt, vielmehr die ganze Schale nur aus dem Homologon der Mittelspitze der typischen Hyaleen besteht. Ausserdem werden — mit Ausnahme der ganz reducirten Formen — zwei schon bei *trispinosa* auftretende Merkmale ziemlich constant, die Ausbildung der Rippen auf der Ventralseite und die transversale Ringelung der Schale. Eine Unterlippe ist nie vorhanden.

VII. Das Mittelfeld, die Oberlippe nnd die parallelen Seitenkanten sind noch sehr deutlich vorhanden; die Mittelspitze ist verhältnissmässig klein. — *Cuspidata.*

VIII. Die nach oben gekrümmte Mittelspitze ist in schwachem Masse entwickelt, der vordere Theil dagegen zu bedeutender Länge; die schmale Verbindungsplatte zwischen den parallelen Seitenkanten in ihrer ganzen Länge concav; diese letzteren verlaufen, im Profil betrachtet, stets auf dem gleichen Niveau. — *Balantium.*

IX. Diese Gruppe behält in der Bildung der Mittelspitze und der Seitenkanten die Merkmale der vorangehenden, es schwindet jedoch die longitudinale wie transversale Sculptur völlig. — *Falcata.*

X. Die Mittelspitze ist gerade oder schwach nach unten gezogen; die Seitenkanten gehen continuirlich in einander über und steigen nach vorne mehr oder weniger nach der Ventralseite hinab, die longitudinale Sculptur schwächt sich bedeutend ab. — *Pyramidata* und Verwandte.

Für die Erklärung der beiden folgenden Formen giebt es zwei Modi; man kann einmal annehmen, dass die als Leisten erkennbaren Seitenkanten schwinden, dass die Schale im Querschnitt sich rundet und so Formen wie *striata* hervorbringt; oder man geht von einem Glied der in entgegengesetzter Weise entwickelten Gruppe *pyramidata* aus, nämlich von *sulcata*, die nur in ganz besonders günstigen Fällen den

vorderen Theil entwickelt, sodass in fast allen Fällen die Schale nur aus der Mittelspitze besteht. Diese Ansicht scheint vorläufig die wahrscheinlichere zu sein.

XI. Ist eine solche Form gekrümmt, so ist der Weg zu *striata* nicht mehr weit; denn dass das hintere Ende hier abgestutzt und durch ein Septum verschlossen ist, ist nicht wesentlich und kommt auch in andern Gruppen vor (s. *quadridentata, columella*).

XII. Durch ein Verschwinden der Ringelung leitet sich hieraus *virgula* und *acicula* ab.

Die beiden folgenden Gruppen entfernen sich weiter von dem bisher gekennzeichneten.

XIII. *Spinifera.* Die hervorragendste Eigenschaft dieser Schale ist die Bildung der über den vorderen Dorsalrand ragenden Spitze, welche in der Längsrichtung rinnenartig ausgehöhlt ist. Diese Aushöhlung setzt sich fast über die ganze Länge der Dorsalseite fort. Mas kann dieses Gebilde kaum anders als mit dem ganz ähnlichen Dorn von *cuspidata* vergleichen; nur setzt sich dieser letztere über die Schale hin nicht als Furche, sondern als Kiel fort. Dies ist jedoch unwesentlich, denn daran, dass der Dorn überhaupt bei *spinifera* vorhanden ist, erkennt man eben, dass nicht die Furche, d. h. das Fehlen der Substanz das charakteristische ist — denn die Fortsetzung einer solchen kann nie ein körperliches Gebilde werden —, dass jedoch die bei *cuspidata* noch typische Rippe bei *spinifera* längs der Medianlinie eine starke bis zum concaven führende Depression erfahren hat. Wenn man nun den freien Dorn der *spinifera* mit dem entsprechenden von *cuspidata* vergleicht, dann könnte man die dahinter liegende Region als dem vorderen Theil der Hyaleenschale entsprechend betrachten, wobei dann die Seitenspitzen unterdrückt wären; oder aber man bringt die Schale von *spinifera* — ebenso wie es bei *striata, virgula* etc. geschehen ist — nur mit der Mittelspitze der typischen Formen in Beziehung, wobei dann der vordere Dorsalrand, gleichgültig, welche morphologische Bedeutung er hat, von der verlängerten Mittelrippe überragt wird.

XIV. *Columella.* Das morphologische Verständniss dieser Gruppe wird am besten durch die Betrachtung der Mündung von vorn (Fig. 21 b) gewonnen. Man bemerkt daran zunächst die ganz schwache Bildung des medianen hier als einfache Convexität erscheinenden Rippencomplexes der andern, ferner die ganz stumpfen Homologa der Seitenkanten und die durch das Herabsteigen der letzteren auch bei der Gruppe *pyramidata* gebildete ventrale Concavität; die ventrale Rippe ist dagegen nicht ausgebildet. Aber diese Merkmale treten erst kurz vor der Mündung auf, bis wohin der Durchschnitt annähernd kreisförmig war; man sieht jedoch daran, dass der dem Vordertheil der Hyaleenschale entsprechende Theil hier, wenn auch nur in schwachem Maasse und nur auf dem vordersten Theil der Schale, zur Entwickelung gelangt ist. Das hinterste Spitzenstück wird im Alter meist abgeworfen und die dadurch entstehende Oeffnung durch ein Septum verschlossen.

Die soeben gegebene Uebersicht der Hyaleenschalen lässt sich etwa in folgender Tabelle kurz zusammenfassen.

A. Ohne Embryonalschale und Rippung der Bauchfläche. *Hyaleinae.*
  a. Mit freiem Lippenrande, deutlichem Mittelfeld und Randwulst und schwach entwickelter Mittelspitze.
    α. Mittelspitze ausgebildet, Seitenspitzen von Dorsal- und Ventralplatte gebildet — *tridentata, uncinata, globulosa, gibbosa.*
    β. Mittelspitze in einer Kante abgestutzt, Seitenspitzen nur von der Ventralplatte gebildet — *longirostris.*
  b. Mit freiem Lippenrand, schwach entwickeltem Mittelfelde und Randwulst und ziemlich kräftig entwickelter Mittelspitze.
    α. Mit Unterlippe und Schloss an den Seitenkanten — *labiata, inflexa.* (*Orbignyia Adams*).
    β. Ohne Unterlippe und Schloss an den Seitenkanten — *laevigata* (*Pleuropus Eschsch.*)
  c. Ohne freien Lippenrand, mit deutlich entwickeltem Mittelfeld und Randwulst. Mittelspitze abgestutzt, Dorsalseite vorn transversal gefurcht — *quadridentata.*

B. Mit Embryonalschale. *Cleodorinae.*
  a. Mit Rippung der Bauch- und Rückenseite (die äussersten Glieder (falcata) sind freilich in dieser Hinsicht stark reducirt).
    α. Mit deutlicher Ausbildung der Unterlippe, des Mittelfeldes, des Randwulstes, der Seitenspitzen und schwach transversaler Furchung der Dorsalseite — *trispinosa.* (*Diacria Gray.*)
    β. Ohne Unterlippe und Randwulst, mit verhältnissmässig schwächerer Ausbildung der dorsalen Rippung, und mit transversaler Furchung der Dorsal- und Ventralplatte.
      I. Mit freien Seitenkanten — *cuspidata.*
      II. Mit verwachsenen Seitenkanten.
        1) Seitenkanten auf dem grössesten Theil der Schale ausgebildet.
          1 a. Seitenkanten auf demselben Niveau bleibend, Mittelspitze gekrümmt — *balantium, falcata* (*Balantium Leach*).
          1 b. Seitenkanten nach vorn herabsteigend, Mittelspitze grade *pyramidata* etc.
        2) Seitenkanten nur vorn angedeutet, Spitze grade, meist ab geworfen — *columella* (*Triptera Q. G.*)
      III. Ohne Andeutung von Seitenkanten, mit einer dorsalen Längsrippe versehen — *subulata.*
      IV. Ohne Andeutung von Seitenkanten und Längsrippen.
        1) Mit transversaler Sculptur — *striata.*
        2) Ohne transversale Sculptur — *virgula, acicula.*

Die im vorigen aufgestellten Abtheilungen würden etwa den Rang von Gattungen oder Untergattungen einzunehmen haben, wie denn auch eine Anzahl schon

Namen erhalten hat. Eine durchgeführte Namengebung liegt indessen vorläufig nicht in meiner Absicht, weil zu einem solchen Zwecke die Anatomie in ähnlicher Weise zusammengefasst werden müsste. Diese Abtheilungen kann man nun in Arten theilen, doch würde man dem natürlichen Verhalten damit wenig Rechnung tragen. Man bemerkt nämlich bei näherem Studium, dass fast immer mehrere, meistens zwei Formen, zusammen gehören und sich so als Gruppe oder Formenkreis anderen Gruppen scharf gegenüberstellen. Die Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Formen einer Gruppe bestehen meist in dem Mehr-weniger der Ausprägung eines Charakters, manchmal jedoch auch in positiven Merkmalen.

Der am häufigsten auftretende Unterschied liegt (bei den Hyaleinen und Diacria) in der Stärke der Ausbildung der Rippung auf der Dorsalplatte, bes. in der Theilung der inneren Seitenrippe. Es ist dies nicht immer ein bedeutend hervorragender Charakter, aber er geht stets neben andern her.

Der andere fast stets auftretende Unterscheidungscharakter liegt in der Lippenbildung und zwar findet man hier fast durchgängig, dass die eine Form eine Lippenbildung zeigt, welche die andere nur in der Jugend besitzt.

Dieser interessante Gesichtspunkt — nämlich das endgültige Beibehalten von Jugendcharakteren — findet noch anderweitig Anwendung, wobei ihm natürlich in den verschiedenen Fällen ganz verschiedene Wichtigkeit beizumessen ist. So finden sich als individuelle Variation bei allen *longirostris, labiata, trispinosa* etc. Seitenspitzen von einer Länge und Zartheit, wie sie sonst nur bei Jungen vorkommt.

Mehr Bedeutung hat der Gesichtspunkt schon bei den Tripteren, insofern besonders begünstigte Exemplare die Endspitze — also den jüngsten Theil der Schale — beibehalten. Die allmähliche Verstümmelung derselben kann man in allen Stadien beobachten.

Noch tiefer greift die Ausprägung dieses Charakters bei einer Cleodore aus der Gruppe *pyramidata* ein. Bei dieser, *sulcata,* bildet sich nämlich nur in Ausnahmefällen der vordere Theil der Schale. Es ist das eine, in ihrer Durchgängigkeit so frappante, nur von ganz wenig Ausnahmefällen unter der sehr grossen Anzahl der vorliegenden Exemplare gestörte Erscheinung, dass ich nicht anstehe, die sehr ähnliche *striata* ebenfalls als ein nie — oder vielleicht sehr selten — zur Entwickelung der Gesammtschale gelangendes Thier anzusehen, und diesen dann die Gruppe *virgula* anzuschliessen. Bei der Berechtigung einer solchen Anschauung gewinnt die *sulcata* ein ganz hervorragendes allgemein-morphologisches Interesse; sie bildet dann nicht ein gedachtes resp. reconstruirtes, sondern ein wirkliches Bindeglied der bei der vorliegenden Gruppe zu Tage tretenden Differenzirung nach zwei Richtungen, einmal der Ausbildung des Vordertheiles auf Kosten der verloren gehenden Spitze (*quadridentata*) das andere Mal der besonderen Ausbildung der Mittelspitze auf Kosten der gesammten übrigen Schale.

Wenn man das Wachsthum der Hyaleidenschale verfolgt, so erhält man ausser dem soeben Erörterten noch etwa die folgenden Variationen. Man trifft von allen Arten kleinere und grössere Individuen, deren Grössenunterschied jedoch

meist nicht bedeutend ist mit Ausnahme der Cleodorinen, welche (mit Ausnahme von *trispinosa*) unbegrenztes Wachsthum der freien Kanten haben und der *longirostris*.

Die Cleodorinen ohne Seitenspitzen und freie Seitenkanten scheinen durch einfache Anlagerung von Kalk an den freien Kanten der Schale zu wachsen. Ein ähnliches Verhalten findet wohl auch bei *pyramidata* statt, denn die alten haben an den entsprechenden Stellen die gleiche Breite mit den jungen, sie setzen die Seitenspitzen erst in einem bestimmten Alter an und vergrössern dieselben dann allmählich. Ein solches Wachsthum geht auch aus dem Mangel eines Abschlusses des Mittelfeldes nach vorn hervor und so wird es denn schliesslich ganz erklärlich, dass man die meisten Cleodorinen an ihrem Vorderrande nie unversehrt oder von einem glatten Contour begrenzt findet, da der neugebildete Theil der am leichtesten zerstörbare ist

Anders verhält es sich natürlich mit den Schalen, deren Gestalt nach fast allen Richtungen eine abgeschlossene ist. Hier kann ein Wachsthum nur durch Intussusception stattfinden. Einen solchen Vorgang kann man sich einerseits als molekulare Einlagerung, andererseits als eine nach Auflösung einer queren Zone stattfindende Einschiebung eines breiteren Ringes denken. Wahrscheinlich gehen beide Vorgänge Hand in Hand, wenngleich auf der Dorsalplatte die erstere, auf der ventralen die letztere Art des Wachsthums vorzuherrschen scheint, wie man aus der Sculptur schliessen kann. Dass der Mantel der Hyaleiden die Fähigkeit hat, auch im Alter immer von neuem Schalensubstanz zu bilden, habe ich an mehreren beschädigten Schalen beobachten können. Mir liegen solche vor, bei denen abgebrochene Zacken, ja eine ganze Oberlippe (*longirostis*) wieder neu aufgebaut und nicht ganz an die richtige Stelle gesetzt, auch sonst Stücke der Schale wieder ausgebessert sind. Die Schalensubstanz unterscheidet sich nicht von der übrigen, wohl aber bei einer *uncinata*, bei der die Verletzung annähernd longitudinal verlief. Hier war die Substanz nicht hyalin, sondern opak weiss, wie man das auch an den Ausbesserungstellen anderer Mollusken findet. Dies hängt eben damit zusammen, dass hier, wie bei den übrigen Weichthieren, nur der Mantelrand normale Kalksubstanz abscheidet. Daraus geht dann weiter hervor, dass die Theile der Schale, welche den freien Mantelstellen entsprechen, ein unbegrenztes Wachsthum haben.

Diese Stellen sind nun also bei den Hyaleen diejenigen, welche sich als Träger der Alters-Unterscheidungsmerkmale kennzeichnen, und das sind die Seitenspitzen und der freie Rand der Oberlippe. Von den Seitenspitzen kann man im allgemeinen sagen, dass sie bis zu einem gewissen Alter an Grösse zu- und dann — wohl meist auf dem Wege grob mechanischer Verstümmelung, wobei der Bruch in der Richtung der Wachsthumsansätze geschieht — wieder abnehmen. Gut zu beobachten sind diese Verhältnisse bei *cuspidata*, *trispinosa*, *labiata* etc., am besten bei *longirostris*.

Bedeutender wirkt das zunehmende Alter auf die Bildung des freien Randes der Oberlippe ein. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Lippe jüngerer Exemplare ziemlich aufrecht steht — sodass dadurch eine verhältnissmässig hohe Oeffnung der Schale erzielt wird —, dass sie sich jedoch später mehr weniger stark einschlägt,

sei es in einem annähernd rechten Winkel, sei es noch stärker, wie bei *uncinata*. Bei dieser Schale sieht man auch, dass der freie vordere Rand resorbirt werden muss, ehe die Einschlagung stattfindet, denn die Lippe der jüngeren Exemplare ist, absolut gerechnet, höher. Viel tiefer greift das Wachsthum der Lippe auf die Gestalt der Schale bei *longirostris* ein. Die jüngern Exemplare aller Formen dieser Gruppe haben einen ganz ausserordentlich dicken Randwulst, an den sich der freie Rand der Unterlippe derart ansetzt, dass ein scharfer Absatz entsteht. Diese Bildung ist von derjenigen der erwachsenen Schale so verschieden, dass Souleyet diese Jugendformen als besondere Art, *Hyalea angulata*, aufgestellt hat. Diese Lippe wird sodann fast völlig resorbirt, sodass die betreffenden Stücke eine kurze dreieckige Lippe zeigen ein Befund, den man ohne bedeutendes Material für den jugendlichsten zu halten geneigt ist; darauf wird eine neue Lippe angesetzt, die, so lange sie nicht in die für die Gruppe charakteristische Rinne auswächst, einen ganz befremdlichen plumpen Eindruck macht.

Die an den soeben erörterten Stellen, den Seitenspitzen und der Oberlippe auftretende Jugendcharaktere sind es nun, welche zuweilen zum Theil bis ins Alter bewahrt bleiben und, sei es nur bei etlichen Individuen, sei es bei der Mehrzahl eines bestimmten Fanges, also mit einer gewissen Constanz, auftreten. Und diese Facten sind es wiederum, welche die in ihrer Deutung berechtigten Ausgangspunkte der oben pag. 74 erörterten Betrachtungen bilden. Sie zeigen, dass Jugendcharaktere für eine Form mehr weniger endgültig werden können und führen schliesslich durch die Betrachtung von *sulcata* zu der Anschauung, dass gradezu nur die jugendliche Schale bis ins Alter für die betreffende Form beibehalten werden kann. Der Grund einer solchen Reihe morphologischer Veränderungen scheint in vielen Fällen die grob mechanische Einwirkung der Umgebung zu sein.

Entgegengesetzt einer solchen destructiven Wirkung der Umgebung findet noch eine andere gewissermassen bildende statt. Es ist ja an und für sich eine bekannte Sache, dass Thiere irgend eines bestimmten Bezirkes ein unter sich ganz charakteristisches Gepräge haben, mögen sie sonst den verschiedensten Abtheilungen angehören. Man hat auch auf diese Fälle die Darwinischen Hypothesen aus dem Prinzip der grössesten Nützlichkeit angewandt und dabei wahrhaft überraschende, in höchstem Grade befriedigende Erklärungen geliefert. Die frappanten Thatsachen von Mimikry, welche sich dieser Anschauung leicht unterordnen liessen, gaben als Fälle von Einwirkung der lebenden Umgebung eine befriedigende Verallgemeinerung in der Anwendung der transmutationstheoretischen Gesichtspunkte. Nun ist es aber gewiss zu weit gegangen, wenn man alle Fälle sogenannter Schutzfärbung unter diesem Gesichtspunkt, und wenn man alle Fälle von Nachahmung als eine auf Schutzfärbung zielende betrachtet. Man kann freilich dieser Einschränkung entgegenhalten, dass unsere eigene Unkenntniss uns die Vortheile der einzelnen Thiere bisher nicht einsehen lässt; andererseits muss man aber, wenn man einen Einfluss der Umgebung einräumt — und dass ist ja auch das erste Postulat aller jener auf darwinische Weise erklärten Fälle — zugeben, dass gleiche Bedingungen auf ähnliche Organismen ähn-

lich wirken können, ohne dass ein Thier das andere nachahmt, oder ohne dass es durchaus nöthig ist, dass beide dadurch einen besonderen Vortheil geniessen.

Derartige Vorkommnisse habe ich bei meinem Material in verschiedener Weise beobachten können. So fand sich (s. u.) unter einer Anzahl von *tridentata* auch eine *affinis*, welche die ganz constante rein braune Färbung der Art verlässt und die bräunliche Fleischfarbe der *tridentata* annimmt. Das ist freilich nur ein Exemplar, und man könnte daher den Fall als zufällige Variation auffassen — wobei man jedoch als Grund der Variation wieder auf die Einwirkung der Aussenwelt zurückkommen wird. In bedeutenderem Masse findet aber dies Verhalten bei zu gleicher Zeit gefischten Exemplaren der Gruppe *longirostris* Anwendung, und hier ist der Habitus der verschiedenen Formen resp. Arten ein derartig gleicher, dass man wohl eine grosse Anzahl von Exemplaren rubriciren kann, dass aber ein durchgängiges Scheiden der zugleich gefischten Individuen in die verschiedenen Formen mir wenigstens bisher nicht möglich war. In ganz hervorragendem Maasse prägt sich jedoch dies Verhalten bei den zu gleicher Zeit gefangenen *labiata* und *inflexa* aus. Die allein vorkommenden *inflexa*-Exemplare gehören der Form **A**, die mit *labiata* zugleich vorkommenden der Form **B** an, und in allen Merkmalen, in denen sich die letztere Form von der ersteren unterscheidet, schliesst sie sich an *labiata* an. Die Mittelspitze wird kürzer, die Seitenspitzen länger, die Oberlippe setzt sich ab, die bei *labiata* charakteristisch gefärbten Stellen der Schale treten auch hier auf, die Farbe der Weichtheile wird dieselbe, kurz der Habitus der zugleich gefischten *inflexa* und *labiata* ist ein absolut gemeinsamer. Die Abbildungen (F. 9 und 10) geben leider den besonders bestechenden Habituscharakter, die Farbe, nicht wieder, bieten aber immerhin eine gute Illustrirung dieses so merkwürdigen Verhaltens.

Die Gesichtspunkte, unter denen man das Abändern der Hyaleenschale zu betrachten hat, die Gründe morphologischer Differenzirungen resp. Reducirungen, sind demnach

1) Die Beibehaltung von Jugendcharakteren bis in ein späteres Alter.
2) Die negative grobe mchanisch destructive Einwirkung der Umgebung, das Verlieren eines dem späteren Alter zukommenden Schalentheiles und in Folge dessen ein Zurückgehen auf Jugendcharaktere.
3) Die positive, bildende, auf ähnliche Formen ähnlich wirkende und dieselben daher im Habitus nähernde, oft scheinbare Fälle von Mimicry hervorbringende Einwirkung der Lebensbedingungen.

Hand in Hand mit diesen Veränderungen gehen dann sowohl bei den grösseren Gruppen, wie bei den kleinsten, d. h. den Formen eines Formenkreises, Verschiedenheiten in der Ausprägung der Sculptur.

Gruppe **tridentata.**

Schale durchscheinend bräunlich-hornfarbig, mit kaum gekrümmter, stumpfer mässig langer Mittelspitze und kurzen, wenig ausgezogenen Seitenspitzen; auf der Unterseite nach vorn zu stark aufgeblasen, nach hinten mehr weniger allmählich ab-

fallend; Oberseite wenig gewölbt. Das Mittelfeld schliesst nach vorn mit einem rippenartig entwickelten Randsaum ab; es besteht aus der Mittelrippe, den beiden bis an den Vorderrand reichenden, mehr weniger deutlich getheilten innern und den an den Seitenrändern des Feldes liegenden äusseren Seitenrippen.

Diese Gruppe gliedert sich in zwei ganz scharf geschiedene Formen:

Form A. (*Anomia*) **tridentata** *Forskal* (Descr. animal. u. Icones). Fig. 1, 1a, 1b.

Die Profilkante der Bauchwölbung ist im Allgemeinen gewölbt, plötzlich in die Spitze übergehend, die eigentlich kaum eine Krümmung zeigt. Der Umriss der Bauchwölbung bildet in der Aufsicht annähernd einen Kreis. Das Mittelfeld ist äusserst wenig differenzirt; man bemerkt wohl die Seitenkanten desselben und die Bildung der Mittelrippe, wenn schon meist nicht deutlich; die Bildung der äusseren Seitenrippen ist jedoch schwach, die Theilung der inneren eigentlich nie zu erkennen. Die Lippe ist schaufelförmig, nach vorn zu mehr weniger spitz zugerundet, nie abgestuzt und ausgerandet. Auf der Oberseite hat sie nie eine derartige Rinne wie *affinis*, doch findet man immerhin, wenn schon selten, auf der Medianlinie eine ganz schwache, dann meist strichförmige Vertiefung. Die Farbe der Bauchseite ist selten das reine Hornbraun der andern Form, sondern immer mit viel Fleischfarbe gemischt. Die Peripherie der Bauchwölbung ist, wie auch bei *affinis*, am intensivsten gefärbt; die Seitenränder und die Spitzen sind stets braun, nie farblos; bei den mir vorliegenden Stücken wird die Farbe nach der Höhe der Bauchwölbung zu nie heller (wie bei *affinis*) sondern stets dunkler. Die Rückenplatte ist matt gelblich hornfarbig, die Spitzen und der Rand intensiver. Die Spitze der Lippe ist meist farblos, manchmal jedoch auch hellbraun gefärbt; dann beschränkt sich jedoch diese Farbe nicht auf die trapezförmige Stelle wie bei der andern Form, sondern sie ist ganz unregelmässig ausgewässert bald in ganz geringer, bald beträchtlicherer Ausdehnung.

Die Flossen sind durchgängig heller gefärbt, als bei der *affinis*.

Bei den folgenden Massangaben bedeutet I. die absolute Länge der Schale in mm., II. die grösseste Breite an den Seitenkanten, III. an den Seitenspitzen, IV. die Breite der Lippe an den Lippenecken, V. an dem freien Ende, VI. den Abstand der freien Lippenkante vom Niveau der Bauchwölbung, VII. die Länge des freien Lippenrandes, VIII. die Länge des Mittelfeldes vom Ende der Mittelspitze bis zum Randwulst incl. Die Zahlenreihen, welche mit der Zahl 100 beginnen, sind immer Procentberechnungen der entsprechenden absoluten Maassreihen, berechnet auf die Länge der Schale als 100.

a. Atl. Oc. 10° N. 24° W. 2 Stück.

	I.	II.	III.	IV.	VI.	VII.	VIII.
1)	19,2	12,6	11,8	10	6,6	4,8	16,5
2)	17,8	12,6	11,5	9,3	5,6	3,8	14,7
1)	100	63,3	62,2	51	33,7	24,5	84,2
2)	100	70,8	64,6	31,5	21,3	82,6	52,5

Atl. Ocean, ohne nähere Fundortsangabe, 4 Nummern
b. 1 Stück, zusammen gefunden mit Form B, c.
c. 6 Stück, zusammengefunden mit Form B, b.

	I.	II.	III.	IV.	VI.	VII.	VIII.
1)	15,8	10,3	9,1	7	3,4	2,6	14,6
2)	14,6	9,7	8,6	7,9	3,2	1,9	13,6
1)	100	65,2	57,6	44,3	21,5	16,9	92,4
2)	100	66,6	58,9	54,1	21,9	13	93,2

d. 7 Stück.

1)	18,2	11,7	10,3	9,8	5,5	3,7	16,2
2)	17,2	11,5	10	9,2	4,8	3,2	15,6
1)	100	64,3	56,6	53,8	30,2	20,3	89
2)	100	66,8	58,1	53,5	27,8	18,6	84,9

e. 10 Stück.
f. Zanzibar 13 Stück.

1)	16,6	11,2	10	8,9	4,7	2,5	15,3
2)	17,2	10,3	8,9	7,4	5,6	2,9	15,3
1)	100	61,6	60,2	53,6	28,8	15,1	92,2
2)	100	60,5	51,7	43	32,5	11	89

g. Ombaai-Str. 3 Stück.

Form B. (*Hyalea*) **affinis** *Orb.* (Voy. Am. mér.) Fig. 2, 2a, 2b.

Die Profilkante der Bauchwölbung ist im Allgemeinen gerade, stark abfallend, allmählich in die Spitze übergehend, welche häufig gebogen ist. Der Umriss der Bauchwölbung bildet in der Aufsicht ein im Verhältniss zu *tridentata* stark niedergedrücktes Oval. Die innern Seitenrippen des Mittelfeldes sind fast bis vorn deutlich getheilt, der Vorderrand des Mittelfeldes stumpf zugerundet. Die Lippe ist trapezförmig zugespitzt, mit etwas concaven Seitenrändern und stumpf abgestutztem ausgerandeten Vorderrand versehen. Von der Spitze des Randwulstes nach den vordern Ecken der Lippe findet sich eine nach vorn an Breite und Tiefe zunehmende Rinne. Die Farbe der Bauchseite ist stets auf die eigentliche Wölbung beschränkt, die Seitenränder ebenso wie die Spitze sind stets hyalin resp. weiss und setzen sich scharf von dem ziemlich dunkeln Braun der Bauchwölbung ab, welches gegen die hyalinen Partien zu sich verdunkelt, nach der Mitte zu heller wird. Die hyalinen Stellen finden sich auch auf der Rückenplatte, doch setzen sie sich hier nirgends scharf ab, indem der hintere Theil der Schale mit einem ziemlich hellen nicht regelmässig abgegrenzten Braun gefärbt ist. Ganz constant dagegen finden sich die dunklern Flecke an der Ansatzstelle der Lippe und die dunkle Färbung der Ringe. Auf der Oberlippe ist die Rinne, uud zwar nur diese braun, gefärbt.

a. Madeira, 14 Stück.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
1)	16,2	11,7	10	9	5,2	4,2	2,4	14,8
2)	15,3	11,1	9,7	8,8	4,6	3,8	2,3	14
3)	13,4	10	9,3					
1)	100	72,2	61,7	55,5	32,2	24,7	14,2	92
2)	100	72,6	63,4	50,9	30	24,8	15	91,5.
3)	100	74,7	69,4					

b. Atl. Oc. 15 Stück.

1)	16,3	12,3	10,4	9,2	5,2	3,5	2,3	14,4
2)	15,7	11,8	9,5	8,7	5,3	3,3	3	14
1)	100	75,5	63,2	56,4	31,3	21,5	14,1	88,3
2)	100	75,2	60,5	55,4	33,8	21	19,1	89,2

c. Atl. Oc. 12 Stück.

1)	16,3	11,6	10	8,7	4,7	3,6	2,7	14,4
2)	14,9	11,1	8,5	8,3	4,9	3,4	2	13,7
1)	100	71,2	61,3	53,4	29	22,1	16,6	88,3
2)	100	74,5	57	55,7	22,2	32,2	22,1	92,6

d. Atl. Oc. 2 Stück.

Die beiden soeben gekennzeichneten Formen scheinen sich auch in ihrem Vorkommen meist gegenseitig auszuschliessen. Zwei Nummern (2042 und 2048 des Eingangskataloges) enthielten beide Arten. Die *affinis* beider Nummern bieten gar keine Habitusunterschiede, sind also wohl von demselben Fundorte, ebenso die *tridentata* unter sich. Es ist demnach immer nicht unmöglich, dass hier, vielleicht schon auf der Fahrt, eine Vermischung der Nummern stattgefunden hat.

Die Unterschiede beider Formen sind so scharf, besonders was die Lippenbildung und Farbe anbetrifft, dass eine tabellarische Uebersicht der Merkmale nicht von Nöthen ist. Für die Fälle, dass die Lippe angebrochen ist, kann man aus den Wachsthumslinien völlig die Gestalt des Lippenendes reconstruiren, da jene und der freie Lippencontour parallel laufen.

Dem Anscheine nach lassen sich alle bisher beschriebenen und abgebildeten Arten unter die soeben gekennzeichneten Formen ordnen. Zunächst ersieht man aus Forskal's Abbildung und Beschreibung, dass der Name *tridentata* im engern Sinne der oben so bezeichneten Art entspricht. Bei der genauen von ihm gegebenen Beschreibung kann man nicht annehmen, dass er von der Farbe der Schale „flavescens" gesagt und den grell abstechenden weissen Rand zu erwähnen vergessen hätte, wenn ihm wirklich die *affinis* vorgelegen hätte. — Ausserdem zeigt die Abbildung der Schale von der Dorsalseite deutlich die Lippe, wie sie eben *tridentata* s. str. hat.

Orbigny (Voy. Am. mér) hat beide Formen getrennt; die Beschreibung der Lippe und der relativen Getheiltheit der inneren Seitenrippen kennzeichnet seine *H. tridentata* als die Forskal'sche, seine *H. affinis* als die in der vorliegenden Arbeit ebenso bezeichnete Form. Leider sind die Abbildungen nicht ganz naturgetreu und entsprechen in mancher Hinsicht nicht einmal der Beschreibung, sodass aus der Farbe und Spitzenbildung von *H. affinis* zu Anfang der wahre Sachverhalt gar nicht zu schliessen ist.

Aus den Tafeln der Monographie ersicht man sogleich, dass Rang (pl. II Fig. 1—5) als *H. Forskalii Les.* die *H. affinis* abgebildet hat, dass sodann Souleyet, dem diese Abbildung — vielleicht weil ihm diese Form gar nicht vorlag — ungenügend schien, pl. XII Fig. 1—4 die Figur aus der „Bonite" copirt hat, welche zweifellos *H. tridentata* s. str. ist. So fasst er denn die Orbigny'sche Species als eine Formvarietät auf, welche er einer der beiden von ihm aufgestellten Varietäten unterordnet. Diese letzteren nun sind reine Farbenvarietäten und haben weiter keinen Sinn, als dass Var. a eine junge *H. affinis*, Var. b eine junge *H. tridentata* ist.

Benson (Ann. Mag. Nat. Hist. Vol. VII. Third ser. 1861) ist dem wahren Sachverhalte näher gekommen. Er kennzeichnet eine „grosse" Form, welche durch die Lippenbildung und die Theilung der innern Seitenrippen sich als *H. affinis*, und eine „kleine" Form, welche auf dieselben Merkmale hin sich als eine junge *H. tridentata* herausstellt. Die grosse Form bringt er demnach richtig mit der Rang'schen Abbildung von *H. Forskalii Les.* auf pl. II der Monographie in Beziehung und sagt ferner, dass sie der *H. truncata* Krauss entspricht, während die andere Form demnach der *H. Forskalii* im Krauss'schen Sinne entsprechen würde. Mir scheint diese Auffassung der *truncata* die richtige.

Nur die grosse Verbreitung und allgemeine Nützlichkeit der Reeve'schen Iconographie lässt mich auf die sowohl im Text wie in den Abbildungen wenig brauchbare „Monographie of the genus (sic!) Pteropoda" von Sowerby eingehen. Er beschreibt als hierher gehörig drei Arten, *H. affinis, tridentata* und *Cumingii.*

1) *H. affinis*, tab. I Fig. 3, ist eine junge *H. tridentata.*
2) *H. tridentata* (tab. I Fig. 4a und 6) Fig. 4a ist wegen der gefärbten Spitzen und der Lippenbildung als eine etwas gedrungene *tridentata* zu betrachten, Fig 4b (im Text fälschlich mit 6 bezeichnet) ist eine ausgewachsene besonders in der Färbung recht charakteristische *affinis.*
3) *H. Cummingii* ist eine ausgewachsene *tridentata.*

Auf diese Weise ist die eine Art unter drei Namen, die andere als Varietät der einen aufgeführt.

Auf eine ähnliche Weise, wie es im Vorstehenden gethan ist, werden sich jedenfalls auch andere gute Beschreibungen und Abbildungen deuten lassen. Aus den wichtigeren Arbeiten ergiebt sich folgende Synonymie.

H. tridentata Forsk.

H. tridentata Forsk. Descr. anim. u. Icones — Orbigny, Voy. Am. mér. — Souleyet, Monographie — Benson, Ann. Mag. 1861 „kleine Form" — Sowerby Reeve, tab. I, Fig. 4.

H. Forskalii, Rang. Krauss.
H. affinis Sowerby, Reeve.
H. Cumingii Sowerby, Reeve.

H. affinis Orb.

H. affinis Orb. Voy. Am. mér.
H. Forskalii Les. Rang, Monographie.
H. truncata Krauss.
H. tridentata Benson, „grosse Form."
H. tridentata var. Sowerby, Reeve tab. I Fg. 4b.

Gruppe uncinata.

(Fig. 3, 3a, 3b.)

Schale durchscheinend hyalin bis dunkelbraun, mit stark gekrümmter spitziger Mittelspitze und spitz ausgezogenen Seitenspitzen; auf der Unterseite nach vorn zu stark aufgeblasen, nach hinten ziemlich steil abfallend. Die Oberseite ist gewölbt, das Mittelfeld schliesst nach vorn mit einem starken Randwulst ab. Alle Rippen sind deutlich vorhanden, die innern Seitenrippen bis zu ihrem vorderen Ende deutlich getheilt. Der freie Rippenrand ist kurz, stumpf zugerundet und entweder in rechtem Winkel nach unten oder schwach nach vorn ausgezogen.

Die Stücke dieser Gruppe sondern sich in zwei Formen, welche, wenn sie auch nicht so weit aus einander weichen, wie die bei *tridentata* aufgeführten, sich doch leicht unterscheiden lassen. Es findet sich hier auch das in der vorliegenden Arbeit mehrfach zur Sprache gebrachte Vorkommniss, dass die Exemplare der zweiten Form in einem Charakter, nämlich der Lippenbildung, auf einem Jugendzustande der andern stehen geblieben sind, insofern die Lippe sich an ihrem freien Ende meist nicht rechtwinkelig umbiegt, sondern löffelförmig schräg nach vorn aufsteigt. Dieses bei der zweiten Form ziemlich constant auftretende Merkmal findet sich auch vereinzelt bei der ersteren.

Form A. (*Hyalea*) **uncinata** Rang s. str.

Die Schale ist verhältnissmässig gross (bis 9,6 mm.), dunkelbraun bis hyalin, die Seitenspitzen annähernd horizontal. Die Oberfläche der Bauchseite ist ziemlich schwach gehämmert, die Theilung der inneren Seitenrippen schärfer als bei der andern Form. Die Seitenkanten der Oberlippe bilden einen plötzlichen Knick, die Vorderkante ist stumpf zugerundet. Diese Form entspricht der Rang'schen Abbildung.

Von den Maassen bezeichnet I die Länge der Schale vom äussersten Ende der Mittelspitze bis zum Lippenrand, II die grösseste Breite an den Seitenkanten, III den Abstand der Enden der Seitenspitzen.

a. Zanzibar, 14 Stück.

I.	II.	III.	I.	II.	III.
9,6	6,8	7,5	100	70,1	78,1
9,4	6,9	7,3	100	73,4	77,7
6,7	5,2	6	100	77,6	89,6

Der Lippencharakter ist bei diesen Stücken nur schwach ausgeprägt.

b. Atl. Oc. 3 Nummern mit 4, 25 und 28 Stück.

Form B. **uncinatiformis** nov.

Die Schale ist verhältnissmässig klein (das grösseste Exemplar 7,8 mm.), nie eigentlich braun, sondern hyalin bis hellfleischfarbig, die Seitenspitzen sind mehr nach unten gezogen, die Oberfläche der Bauchseite stark gehämmert. Die Theilung der inneren Seitenrippen ist undeutlicher, als bei der andern Form; die Seitenkanten der Oberlippe sind nie scharf geknickt, die Vorderkante spitz zugerundet.

a. 1° S. 25° W. 70 Stück.

I.	II.	III.	I.	II.	III.
7,3	5,5	5,8	100	75,3	79,5

Hierunter befinden sich viele junge Exemplare, welche durchgängig die spitze Lippe haben. Das grösseste Stück ist 7,3 mm.

b. 5,3° N. 24° W. 45 Stück.

7,8	5,3	6	100	67,9	79,1

c. Atl. Oc. Ohne nähere Fundortsangabe fünf Nummern mit 2, 8, 11, 19 und 19 Stück; das grösseste unter den letzteren 7,4 mm.

Gruppe globulosa. (H. globulosa Rang.)

(Figur 4.)

Die Schale variirt zwar, doch findet sich nicht ein regelmässiges Nebeneinander-Vorkommen einer Anzahl von Charakteren, welches zur Aufstellung von Formen berechtigte. Die Oberlippe variirt in ihrer Gestalt sowohl nach den Individuen wie nach dem Alter. Für gewöhnlich haben die alten einen in rechtem Winkel sich nach unten umbiegenden Rand der Oberlippe, während dies bei den Jungen nicht der Fall ist, vielmehr das freie Ende der Oberlippe etwa in grader Flucht die Rückenplatte fortsetzt. Nun kommt es aber oft genug vor, dass sehr grosse, ausgewachsene Exemplare ihre Lippe noch nicht, andererseits, dass kleine, dem Anschein nach jüngere, dieselbe schon umgeschlagen haben. Bei einigen Individuen der Nummer b ist die Lippe schwach ausgerandet.

Das Mittelfeld schliesst oben gegen den Vordertheil der Oberlippe durch eine Niveauveränderung ab, die auch im Profil, wenngleich äusserst schwach, vorhanden ist. Ein doppelt contourirter Wulst ist jedoch nicht vorhanden. Bei entsprechender

Beleuchtung erkennt man meist eine ganz schwache, kaum angedeutete Theilung der inneren Seitenrippen. Die äusseren Seitenrippen reichen mit ihren Spitzen beinahe bis an die Lippenecken und sind grösser als bei der vorigen Gruppe.

In der Farbe besteht die Variation nur in einem Plus-minus des bei allen Individuen erkennbaren typischen Verhaltens. Dunkler ist stets das Lippenende, das nach der Oberlippe zeigende Stück der Bauchwölbung, die Lippeneckenflecke und die Lippenspitze mit dem angrenzenden Theil der Oberseite, welche stets dunkler gefärbt ist, als die Unterseite. Oft ist die Schale, besonders nach hinten, schwach rosig angehaucht und dann vorzüglich auf der Unterseite mit schwach perlmuttrigem Glanz versehen.

Bei den Maassen bezeichnet I die Länge, II die grösseste Breite an den Seitenkanten, III die Entfernung der Enden der Seitenspitzen, IV die Höhe resp. Dicke der Schale.

a. Atl. Oc. 30 Stück.

I.	II.	III.	IV.				
5,9	4,7	3	4,7	100	79,7	50,1	79,7
5	4,5	3	4,7	100	90	60	94

b. 1°S. 25° W. 13 Stück.

I.	II.	IV.			
6,2	4,6	4,6	100	74,2	74,2

c. Atl, Oc. 4 Stück zusammen mit 2 *uncinata* Form B und 1 *gibbosa.*
d. Atl. Oc. 12 Stück; die grössesten 5,6 und 5,8 mm.
e. Atl. Oc. 11 Stück, zusammen mit 1 *gibbosa.*
f. Atl. Oc. 49 Stück, zusammen mit 1 *longirostris.*
g. Port Natal. 2 Stück, zusammen mit 3 *gibbosa.*
h. Zanzibar 29 Stück.
i. Zanzibar 7 Stück.

Gruppe gibbosa,

Diese Formengruppe leitet sich von *globulosa* im wesentlichen durch eine Differenzirung der Bauchwölbung ab; bei dieser stieg die Kurve der Wölbung im Profil ziemlich steil, jedoch convex, von hinten nach vorn auf und fiel dann, sich an der Umbiegungsstelle sanft wölbend, ziemlich steil nach vorn ab. Bei *gibbosa* ist die Steilheit annähernd die gleiche oder eine etwas geringere, steigt jedoch nicht besonders convex sondern in einer annähernd geraden Linie auf, biegt sodann scharf um und fällt mehr weniger senkrecht, und zwar schwach convex, nach der Lippe zu ab. Dieser Abfall gestaltet sich bei den Formen dieser Gruppe ganz verschieden und bietet in der Profilansicht den am meisten in die Augen springenden Habituscharakter. Vor

der Unterlippe findet sich schon bei *globulosa* eine quere, etwas eingedrückte, schwach furchenartige Region, die bei *gibbosa* stärker ausgedrückt ist und je nach den Formen mehr weniger von der Lippe abrückt. Ferner findet sich bei *gibbosa* auf dem vorderen Abfall der Bauchwölbung eine ausgeprägte longitudinale Furche, auf welche die scharfe querfaltenartige Sculptur dieser Partie in deutlichem Winkel trifft. Auch diese Bildung ist bei *globulosa* schon angedeutet. In besonders günstigen Fällen erkennt man nämlich hier schon eine schwach furchenartige Bildung, bei allen Exemplaren jedoch findet man die in deutlichem Winkel in der Medianlinie zusammenstossende Faltung. Die Bildung der Rippen auf dem Mittelfelde ist dieselbe wie bei *globulosa*, die Theilung der inneren Seitenrippen jedoch etwas deutlicher.

In dieser Gruppe finden sich zwei scharf ausgeprägte Formen.

Form A. (*Hyalea*) **gibbosa** Rang.

(Fig. 5, 6, 6a.)

Die Schale ist verhältnissmässig schmal, ca. 60,7 % der Länge, die Bauchwölbung niedrig (57,9 % der Länge.) Der Profilcontour wird kurz vor der höchsten Stelle der Wölbung meist etwas concav; nach der Unterlippe zu fällt er ganz steil ab und wendet sich sogar noch etwas wieder zurück. Durch dieses Zurückwenden des Contours nach der Umbiegung, zusammen mit dem Concavwerden desselben vor der Umbiegung erscheint die Bauchwölbung an der Firste wie zusammengedrückt. Auf die Einsattelung vor der Unterlippe stösst dieser Contour in merklichem Winkel; überhaupt erscheint die erstere bei dieser Form stets besonders stark entwickelt, ebenso die longitudinale Furche auf der Vorderseite der Bauchwölbung. Die Unterlippe wendet sich von dem Randwulst der Oberseite in einem stumpfen Winkel nach vorn, der sich wohl stets genügend von einem rechten unterscheidet. Die Theilung der innern Seitenrippen ist verhältnissmässig stark ausgeprägt.

Die Schale ist farblos, hinten mit rosigem Anflug; die Seitenkanten sind schön rosenroth. Länge im Durchschnitt 9,7 mm; das kleinste 8,8; das grösseste 10,7 mm.

Bei den Maassangaben bedeutet I die Länge der Schale, II die grösseste Breite an den Seitenkanten, III an den Seitenzähnen, IV die Höhe, V den Abstand des Lippenendes von der Spitze der Bauchwölbung, VI die Länge des freien Lippenrandes.

a. Atl. Oc. 1 Stück.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
10,7	6,7	5,8		3,3	2,9
100	62,6	54,2		27,1	37,4

b. Atl. Oc. 1 Stück.

10	6,6	5	5,6	2,5	3,3	(Lippe verletzt.)
100	66	50	56	25	33	

c. Atl. Oc. 3 Stück.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1)	9,3	5,2	3,8	5,5	2,2	2,8
2)	8,7	5,3	3,7	5,3	1,6	2,8
	100	55,9	40,9	59,2	23,7	30,1
	100	61	42,5	61	18,4	32,2

d. Atl. Oc. 2 Stück.

1)	10,3	6,3	4,4	5,2	3,2	3
2)	10,1	6	4,4	5,5		
	100	61,2	42,7	50,5	31	29,1
	100	59,4	43,6	54,4		

Form B. **Gegenbauri** nov.

(Fig. 7, 7a.)

Die Schale ist verhältnissmässig breit (68, 3 % der Länge), die Bauchwölbung hoch (71,2 % der Länge). Der Profilcontour der Bauchplatte steigt continuirlich convex bis zur höchsten Stelle und fällt dann, sich schwach nach vorn wendend, steil ab. Er setzt sich nicht besonders stark von der queren Einsattelung ab. Die Oberlippe ist weniger hoch (in der Richtung der Längsachse der Schale gerechnet) als bei der anderen Form, die inneren Seitenrippen sind nur mit Mühe als schwach getheilt zu erkennen. Die Schale ist entweder rein hyalin oder zeigt dieselben rosig gefärbten Stellen wie die andere Form.

Länge im Durchschnitt 7,2 mm.; das grösseste 8 mm.

a. Südsee; 1 Stück zusammen mit 1 *longirostris*.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
8	5	3,7	5,5	1,7	2,8
100	62,5	45,2	68,8	21,3	25

b. Port Natal; 3 Stück mit 2 *globulosa*.

1)	7,5	5,3	4	5,5	1,6	2,6
2)	6,9	4,6	3,6	5,2	1,8	2,4
1)	100	70,7	52	73,3	21,3	34,7
2)	100	66,7	52,2	75,4	26,9	34,8

c. 1° S., 25° W. 25 Stück.

I.	II.	IV.			
7,4	4,8	5,4	100	64,9	73
7,3	5,2	5,1	100	71,2	70

d. Messina, 14 Stück.

6	4,3	4,3	100	71,7

e. Zanzibar, 7 Stück.

7,3	5	5	100	68,5

Wenn man diese Maasse zusammenträgt, so findet man eine recht beträchtliche Divergenz beider Formen in den messbaren Merkmalen, insofern die Maxima der einen die Minima der andern nur in einem Falle, nämlich in der relativen Breite erreichen; die folgende Tabelle giebt hierzu eine Uebersicht. A bedeutet die *gibbosa*, B die *Gegenbauri*; die Durchschnittszahlen sind aus allen mir vorliegenden Exemplaren gezogen.

		Maximum.	Minimum.	Durchschnitt.
Absolute Grösse.	A	10,7	8,8	9,7
	B	8	6	7,2
Breite.	A	66	55,9	60,7
	B	71,7	62,5	68,3
Dicke.	A	61	50,5	56,4
	B	75,4	68,5	71,2

Die Synonymik dieser Gruppe ist eine höchst merkwürdige. Die ersten Beschreibungen nebst guten Abbildungen hat Orbigny (Voy. Am. mér) geliefert, dennoch aber der noch nicht erschienen Rang'schen Monographie die Priorität gelassen, ein Umstand, der schon vor der Geburt der Species zu einer Verwechselung führte. Rang's Bild Tafel X Fig. 3, 4 ist Orbigny's *H. flava*. Die Form, welche Orbigny und später Souleyet als *H. gibbosa* Rang beschreiben, hat Rang entweder gar nicht gekannt oder mindestens nicht als charakteristisch für seine Art angesehen, sonst würde er sie gewiss abgebildet haben. Auch Souleyet sieht in der Monographie die grosse Form (d. h. *H. flava* Orb.) für die eigentlich charakteristische an und betrachtet die kleine als Jugendform. Daran ist jedoch gar nicht zu denken, wie auch Benson sich äussert, wenngleich sein Grund aus der Verschiedenheit der Lippen nicht durchaus stichhaltig ist, denn diese verändert sich, wie ich mehrfach gezeigt habe, ganz bedeutend.

Nun führt Benson die kleinere Form als *H. gibbosa*, die grössere als *H. flava* auf und bemerkt dabei, dass Souleyet beide Formen zusammen geworfen hat. Wenn man nun eben Rang's Autorität beibehalten will, dann muss man sich vor Allem an die alten zu Rang's Zeiten augefertigten Tafeln halten (Pl. I—XI). Rang nennt aber die grosse Form *gibbosa*, somit hätte Benson die Namen ändern müssen. Lässt man dagegen Orbigny die Autorität dann könnte man die grössere als *flava Orb.*, die kleinere *gibbosa Orb.*, nicht jedoch als *gibbosa Rang* bezeichnen, wenngleich es eine absonderliche Sache ist, Jemanden als Autoren einer Species aufzuführen, für die gerade dieser einen andern Autor anerkennt. Ich halte mich an die Monographie und nenne die grosse Form *gibbosa Rang*, wofür man als Synonym *H. flava Orb.* setzen kann, und die kleine Form *Gegenbauri*, wofür man *H. gibbosa Orb.* (non *Rang*) setzen kann. —

Gruppe longirostris. (Hyalea longirostris Les.)

(Fig. 8, 8a, 8b.)

Dieser Formenkreis scheint sich wie die anderen in mehrere Formen zu scheiden, und man kann auch einige extrem ausgebildete Typen aufstellen; irgend welchen Unterschied jedoch bei allen Exemplaren durchzuführen, ist mir nicht gelungen. Die eine Form, der die grössesten Stücke angehören, hat eine verhältnissmässig niedrigere Lippe, kürzere, meist stark nach oben (d. h. über das Niveau der Rückenplatte hinaus) gebogene Seitenspitzen und ist entweder hyalin oder ganz schwach hornfarbig. Die andere Form ist stets kleiner, mit höherer Lippe, längeren nicht nach oben gebogenen Seitenspitzen und hell violetter Farbe. Nun ist es aber einerseits nach dem mir vorliegenden Material zweifellos, dass die Länge der Seitenspitzen sich mit zunehmendem Alter, scheinbar auf grob mechanischem Wege, reducirt; wenn man ein gleiches auch von der Lippe annehmen und die Farbe als unwesentlich betrachten würde, so verschwinden die Unterschiede vollends. Hinzu kommt noch, dass man extrem ausgebildete Exemplare unter den Stücken derselben Nummer vorfindet, und dass der Habitus der zu gleicher Zeit gefangenen Exemplare, besonders in Färbung, ein für fast alle Individuen gemeinsamer ist. So kommt es denn, dass man, wie oben gesagt, einige extrem ausgebildete Formen ausscheiden, dass eine Rubricirung der bei weitem meisten jedoch nicht vorgenommen werden kann. Somit kann man vorläufig mit gutem Grunde die aufgestellten Namen *limbata Orb.* und *fissilabris Benson* als Synonyme von *longirostris* betrachten.

Das Wachsthum verändert diese Schale mehr denn irgend eine andere. Bei ganz jungen Exemplaren (Fig. 8a) ist der abgestutze Spitzentheil noch in ziemlicher Länge entwickelt, die Seitenspitzen sind ungemein klein, die Oberlippe zeigt noch keine Spur der später so stark ausgebildeten rinnenförmigen Verlängerung. Es ist vielleicht möglich, dass O r b i g n y (Voy. Amér. mér.) derartige Formen für *quadidentata* angesehen und als solche abgebildet hat, woraus sich die Figuren 2 und 4 mit ihren scheinbar vier Seitenspitzen erklären würden.

In späterem Alter tritt die Mittelspitze in ihrer Grösse zurück, die Seitenspitzen fangen an auszuwachsen und die Oberlippe zieht sich an ihrem Vorderrande zu einer medianen Rinne aus. Diese setzt sich sehr stark von dem Randwulst des Mittelfeldes ab, was namentlich in der Profilansicht ein von dem Befunde erwachsener Exemplare abweichendes Aussehen hervorbringt. Diese Jugendform ist von S o u l e y e t als *H. angulata* beschrieben. Die Lippe dieser *angulata*-Form wächst in obiger Weise eine Weile fort, dann wird jedoch der Theil, an welchem die Rinne an die Oberlippe stösst, resorbirt und so wieder aufgebaut, dass die Rinne sich im Profil kaum oder nur schwach vom Randwulst absetzt. Alle diese Stadien finde ich bei den zahlreichen mir in grosser Anzahl vorliegenden Nummern.

a. Azoren 2 Stück.

b. 5,3° N. 24° W. 2 Stück.

c. Atl. Oc. 9 Nummern mit 2, 10, 10, 20, 20 und 2 *quadridentata,* 61, 64, 162 und 7 *quadridentata,* 186 und 3 *quadridentata.*

d. Cap, 36 Stück und 46 *quadridentata.*
e. Zanzibar, 2 Nummern mit 2, 30 und 107 Stück.
f. Ind. Oc. 2 Nummern von 39 Stück und 83, zusammen mit 86 *quadridentata.*
g. Bengalischer Meerbusen, 157 Stück und 1 *labiata.*

Gruppe labiata. (Hyalea labiata Orb.)

(Fig. 10, 10a.)

Die Variationsweite dieser Gruppe ist eine recht bemerkliche, doch tritt sie nur in der Gestalt individueller Abänderungen auf, ohne dass wirkliche Formen sich unterscheiden liessen. Die Variation zeigt sich in der Bildung der Oberlippe, der Mittel- und Seitenspitzen und der Färbung. Als constant hinsichtlich der Farbe kann man die rothen Lippenflecke nehmen; sie fehlen nie; ferner fehlt fast nie die dunkle Oberlippenspitze und Unterlippe und der hellrothe mediane Streif auf der Rückenplatte. Die Weite der Ausdehnung der rosigen Farbe auf die Mittelspitze variirt dagegen.

Die Lippenbildung scheint vom Alter abhängig zu sein, ebenso wie die Länge der Seitenspitzen. Beide reduciren sich mit zunehmendem Alter. Merklicher wird die allgemeine Form der Schale durch die Stärke der Krümmung der Mittelspitze verändert, doch findet sich dies bei Thieren desselben Fanges in verschiedenem Maasse ausgeprägt, sodass dieser Charakter nur individuell zu variiren scheint.

Fig. 10 zeigt ein besonders grosses Stück mit schwach gekrümmter Mittelspitze und fast verschwundenen Seitenzacken, während bei dem kleineren, wahrscheinlich auch jüngeren in Fig. 10a abgebildeten Exemplare die Krümmung der Mittelspitze und die Entwickelung der Seitenspitzen eine ziemlich starke ist.

a. Atl. Oc. 3 Nummern mit 1 Stück, 3 Stück und 14 *inflexa,* 7 Stück und 6 *inflexa.*
b. Zanzibar 157 Stück und 12 *inflexa.*
c. Bengalischer Meerbusen 1 Stück.

Das grosse abgebildete Exemplar ist ohne Fundortsangabe.

Gruppe inflexa.

Die Variationscharaktere sind ungefähr dieselben wie bei der vorhergehenden Gruppe, nur sind die Merkmale, die bei jener als bloss individuelle Variationen auftreten, hier für ganze Formen charakteristisch. Hierbei tritt die merkwürdige Thatsache auf, dass diejenige Form, welche mit *labiata* vergesellschaftet vorgefunden wurde, sich in allen Merkmalen, in welchen sie sich von der anderen Form unterscheidet, gerade an *labiata* anschliesst. Ich habe, um zu zeigen, wie weit ein solcher Anschluss geht, die Figuren 9 bis 10a gegeben. Fig. 9 ist *inflexa,* wie sie mir von den Fundorten vorliegt, wo sie allein gefangen wurde, Fig. 10 eine *labiata* mit sehr stark ver-

längerter Mittelspitze und schwach entwickelten Seitenspitzen. Figur 9a ist die Form der *inflexa*, welche mit *labiata* zusammen vorkommt, Fig. 10a schliesslich eine *labiata*, bei der die Krümmung der Mittelspitze wie die Ausbildung der Seitenspitzen eine ziemlich starke ist. Wenn nicht die Rippung der Hinterseite für die Zugehörigkeit der einzelnen Figuren spräche, so würde gewiss Niemand leicht aus den Figuren die wirkliche Verwandschaft errathen.

Ich halte — und das habe ich schon oben pag. 76 betont — diese Thatsache für eine äusserst wichtige, weil sich gerade hier in so frappantem Maasse die Beobachtung bestätigt, die ich bei den vielen jetzt von mir geprüften Pteropoden machen konnte, nämlich dass die Exemplare eines Fanges unter sich immer einen ganz besonderen, übereinstimmenden, von denen anderer Fänge mehr weniger leicht unterscheidbaren Habitus haben, dass in Folge dessen ein auf ähnlich organisirte Thier ähnlich wirkender Einfluss der speciellen Lebensbedingungen vorauszusetzen ist, dass daher in solchen Fällen scheinbarer Mimicry nicht ein Thier das andere nachahmt, sondern dass die Gleichheit der Charaktere aus der Gleichheit der Existenzbedingungen in ihrer annähernd gleichen Wirkung auf annähernd gleiche Organismen hervorzugehen scheint.

Form A. **imitans** nov.
(Figur 9a.)

Die Schale ist im allgemeinen hyalin. Constant dunkler (hellrostbraun) sind der vordere Theil der Mittelrippe, die Lippenflecke und die Unterlippe. Die Mittelspitze ist nicht allzu lang und biegt sich stark nach oben. Die Lippe ist ziemlich gross, nach vorn zugespitzt, scharf von der Rückenplatte abgesetzt. Die Seitenspitzen verhältnissmässig lang und schlank. Die Rippen auf der Oberseite sind deutlich. Der hintere Theil der Weichtheile in der Mittelspitze ist ziemlich dunkel gefärbt.

a. Atl. Oc. 2 Nummern mit 63 und 67 Stück.
b. Zanzibar 12 Stück.

Form B. (*Hyalea*) **inflexa** *Les.* s. str.
(Figur 9.)

Die Schale ist stets hyalin ohne irgend welche Andeutung einer rothen Farbe, die Spitze lang im Verhältniss zum Vordertheil, im Allgemeinen nicht sehr stark gebogen. Die Oberlippe ist klein, nach oben zugerundet, nur in der Mitte mit einer kleinen hervorstehenden Spitze versehen, nicht abgesetzt. Die Seitenspitzen sind kurz, die Rippen auf der Rückenseite viel schwächer, als bei der anderen Form. Die Weichtheile des Thieres sind ziemlich hell.

a. Südatl. Oc. 58 Stück.
b. Ind. Oc. 34 Stück.

Gruppe quadridentata.

Die richtige morphologische Auffassung dieser Gruppe wird am besten durch die Betrachtung des Mittelfeldes erzielt. Zunächst sieht man alle Rippen an den ver-

dickten Vorderrand der Lippe stossen, woraus klar wird, dass derselbe dem bei *tridentata* und *uncinata* gleichfalls stark ausgeprägten Randwulst entspricht, dass also der als freier Rand der Oberlippe bezeichnete Theil hier nicht zur Ausbildung gekommen ist, oder dass die bei anderen Arten sich frei entwickelnden concentrischen Wachsthumsabschnitte sich hier immer wieder über den Randwulst legen und so eine concentrische Sculptur desselben hervorbringen. Ferner sieht man die fünf Rippen in ziemlicher Breite auf den abgestutzten Hinterrand der Schale stossen. Es ist somit hier die ideelle, vielleicht aber auch in der ersten Jugendzeit reelle Existenz einer bedeutend entwickelten, jedoch in allen bisher zur Beobachtung gelangten Fällen schon verlorenen Mittelspitze anzunehmen, die abgestuzt und durch ein Septum verschlossen ist. Fernerhin sind die Ecken der Abstutzung in kleine Zähnchen ausgezogen. Die Variationsweite innerhalb dieses Formenkreises ist eine recht bedeutende. Die relative Höhe der Lippe und die Breite des Septums bedingen die grössten Differenzen im allgemeinen Eindruck, dennoch scheinen diese Merkmale nicht wesentlich zu sein, da mit diesen nicht constant eine Anzahl anderer auftritt Es scheint vielmehr, wie bei allen anderen Gruppen, die relative Stärke der Sculptur ein Charakter zu sein, an dessen Ausbildung sich stets noch eine Anzahl anderer knüpfen.

Form A. (*Hyalea*) **costata**. Pfeffer (Monatsb. Ak. Wiss. Berlin, März 1879.)
(Fig. 11, 11a.)

Die Schale ist durchscheinend hell oder braun, wohl nie ganz hyalin. Die Oberlippe ist dick, breit, dunkelbraun, und stark concentrisch gerippt. Die concentrische Sculptur des vorderen Theiles der Rückenplatte ist stark, ebenso die Rippung des Mittelfeldes.

a. Atl. Oc. 50 Stück.
b. Zanzibar 32 Stück.
c. Ind. Oc. 3 Nummern mit 64, 86 und 87 Stück.

Form B. (*Hyalea*) **quadridentata** Les. s. str.
(Fig. 12, 12a.)

Die Schale ist stets hyalin, die Oberlippe schwächer verdickt, schmäler, hellbraun, schwach concentrisch gerippt. Die concentrische Sculptur der vorderen Rückenplatte ist schwach, ebenso die Rippung des Mittelfeldes.

Diese Form als die häufigere mag wohl am besten den alten Namen im engeren Sinne behalten. Die von Orbigny (Amér. mér.) abgebildete Schale scheint hierher zu gehören, während die in der Bonite gegebene Abbildung die starkgerippte Form darstellt. Bemerken will ich dabei noch, dass die in Fig. 2 und 4 gegebenen Abbildungen nicht ganz richtig sind, insofern sie je zwei Spitzen zu viel haben (s. o. p. 80).

a. Bengalischer Meerbusen 4 Stück.
b. Ind. Oc. 30 Stück.
c. Zanzibar 26 Stück.
d. Cap 2 Nummern mit 40 und 46 Stück.
e. Atl. Oc. 2 Nummern mit 4 und 7 Stück.

Nur in einem Falle (Atl. Oc.) fanden sich beide Formen zusammen vor.

Gruppe trispinosa.

Auch in dieser Gruppe scheiden sich die Formen nach der relativen Ausbildung der Sculptur; doch scheinen andere Charaktere weiter nicht Hand in Hand damit zu gehen. Die Länge und der Winkel der Seitenspitzen fallen unter die Variabilität der Individuen. Die Färbung ist bei dieser Gruppe mehr als bei allen anderen für die zu gleicher Zeit gefangenen Exemplare constant; dies geht so weit, dass Nummern, die mir vorligen, einerseits ganz constant hyaline, andererseits nur dunkelbraune Exemplare enthalten. Aber auch bei den nicht so extrem ausgebildeten ist sowohl die Intensität der Farbe wie ihre Ausdehnung über die Schale für die zusammen sich vorfindenden Individuen dieselbe.

Form A. (*Hyalea*) **trispinosa** Les. s. str.
(Figur 14.)

Die concentrische Sculptur der Rückenplatte ist äusserst schwach, kaum wahrnehmbar, nie faltenartig vorspringend. Die Rippung des Mittelfeldes ist verhältnissmässig schwach.

a. Zanzibar, 6 und 12 Stück.

b. Atl. Oc. 13 Nummern; vom Aequator 2 Nummern mit 5 und 6 Stück, von 12° N. — 29° S. 16 Stück; ohne nähere Bezeichnung 10 Nummern mit 4, 5, 6, 6, 7, 7, 7, 19, 23 und 26 Stück.

Form B. (*Hyalea*) **mucronata** Q. G.
(Figur 15.)

Die concentrische Sculptur der Rückenseite ist äusserst scharf und faltenartig vorspringend; besonders stark ist diese Bildung in der Nähe des Lippensaumes und nach den Seitenzähnen zu. Das Mittelfeld ist deutlicher gerippt als bei der anderen Form. Die vorliegende Form ist zweifellos die *H. mucronata* Q. G. Orbigny's, die Souleyet in der Monographie deshalb nicht anerkennt, weil er den Charakter der faltenartigen Sculptur nicht bei allen Exemplaren seiner „Varietät" ausgeprägt findet. Das liegt aber daran, dass er eine Anzahl individuell variirender Stücke als Varietät auffasst, was der Natur gar nicht entspricht, und diese als identisch mit der *mucronata* auffasst. Dass dann bei dieser unnatürlichen Varietät der Charakter der faltigen Streifung nicht constant ist, erscheint natürlich. Diese Form liegt mir nur aus dem Indischen Ocean vor, es scheinen sich daher beide Formen in ihrer Verbreitung annähernd auszuschliessen, insofern von den fünfzehn Nummern der anderen Form dreizehn aus dem Atlantischen, nur zwei aus dem Indischen Ocean und zwar dem südwestlichen Theil desselben stammten.

a. Zanzibar, 17 Stück.
b. Port Natal, 17 Stück.
c. Bengal. Meerbusen 14 Stück.
d. Ombaai Strasse 4 Stück.

Gruppe laevigata.

Aus dieser Gruppe liegt mir nur die Form *longifilis* Troschel in 14 Exemplaren von Messina vor.

Gruppe cuspidata. (Cleodora cuspidata Q. G.)

Die Individuen variiren nur in der Länge der Seitenspitzen und des vorderen Dornes, welche durch mechanische Verstümmelung beeinflusst wird, und in dem Grade der Biegung der Mittelspitze. Das kleinste absolut unbeschädigte Stück misst 12 mm. in die Länge und 12,2 in die Breite, das grösseste nicht ganz intacte 19,3 und 18,1 in den entsprechenden Richtungen. Ein Exemplar mit besonders entwickelten Seitenspitzen, von denen die eine zum Theil abgebrochen ist, ist reconstruirt 17,6 mm. lang und 23,8 mm. breit. Zwei Stücke von Madeira, bei denen das Ende der Mittelspitze abgebrochen war, hatten das Loch mit Schalenmasse ausgefüllt.

a. Nizza 1 Stück.
b. Messina 5 Stück.
c. Madeira 2 Stück.
d. 5° N. 24° W. 2 Stück und 5 *pyramidata*,
e. 6° N. 24° W. 1 Stück.
f. 44° N. 31° W. 3 Stück und 1 *pyramidata*.
g. Atl. Oc. 3 Stück und andererseits 1 Stück und 4 *pyramidata*.
h. Zanzibar 2 und 4 Stück.
i. 42° S. 62° O. 2 Stück.
k. Ombaai Strasse 5 Stück.

Gruppe pyramidata.

Die Formen dieser Gruppe besitzen eine länglich-eiförmige zugespitzte Embryonalschale. Darauf folgt ein im Durchschnitt annähernd kreisförmiger der Mittelspitze entsprechender Theil, der sich besonders durch das Auftreten der Seitenkanten bemerkbar macht. (s. Fig. 16b, 17c). Auf der Bauchseite entwickelt sich eine breite Rippe, auf der Rückseite die fünf denjenigen der Hyaleen entsprechenden Rippen, ohne dass es zur Bildung eines bestimmt abgegrenzten Mittelfeldes kommt. An einer ziemlich weit nach vorn gelegenen Stelle können bei einer Form (*pyramidata*) die Seitenkanten sich zu Spitzen ausziehen, welche dann, wie bei den bisher abgehandelten Formen, die Stelle bezeichnen, von wo ab die Seiten der Schale offen sind. Der Platz, an welchem diese Seitenspitzen stehen, ist gewiss dem der Hyaleinen und der *cuspidata* nicht homolog, die Spitzen selber scheinen es aber zu sein, denn diese bezeichnen, wie die Anschauung bei vielen echten Hyaleinen, besonders aber bei *cuspidata* zeigt, keineswegs immer die hintere Grenze des Vordertheils der Schale. Ausserdem bemerkt man auch bei *longirostris*, dass das Auswachsen in die Seitenspitzen auf eine weiter nach vorn gelegene Stelle verlegt werden kann.

Diese Seitenspitzen fehlen nun bei allen anderen Gliedern dieser Gruppe, wie denn die Ausbildungsenergie, resp. die Resistenzfähigkeit des vordersten Schalentheiles eine schwache ist. Das kann so weit gehen, dass bei einer Form (*sulcata*) der vordere Theil nur bei wenig Procent der Exemplare zur Ausbildung gelangt, so dass die Schale fast aller Individuen nur aus der Mittelspitze besteht. Diese Gruppe führt auf der einen Seite zu *balantium* und zwar durch die Form *australis*. Bei *balantium* sind die Seitenkanten in ihrem eigentlichen Aussencontour noch frei, weiter nach innen jedoch sind die Rücken- und Bauchplatte durch eine schmale Zwischenlamelle verbunden. Bei *australis* sind die ziemlich scharfen doppelt contourirten Kanten noch vorhanden, sie gehen jedoch in ihren äussersten Rändern continuirlich in einander über. Bei den anderen Gliedern der Gruppe sind die doppelten Contouren nur ganz schwach oder gar nicht zu bemerken.

Nach der anderen Seite scheint durch die meist auf einem Jugendzustand verharrende *sulcata* eine Verbindung zu solchen Formen hin gegeben zu sein, die morphologisch nur als eine Mittelspitze angesehen werden können, insofern sie einen annähernd kreisförmigen Durchschnitt und keine Spur von Seitenkanten besitzen. Dies wären *striata*, *virgula* und *acicula*. Doch kann immerhin die entgegengesetzte Anschauung nicht abgewiesen werden, dass die Kante eben verschwunden ist und der Durchschnitt dadurch die sonst nur bei der Endspitze auftretende Kreisform erhalten hat. Die allgemeine Aehnlichkeit der *striata* zur Mittelspitze der *sulcata* und das bei zweifellos deutbaren Fällen nie vorkommende Verschwinden der Seitenkanten lässt mich vorläufig die erstere Ansicht als die wahrscheinlichere vertreten.

Die Merkmale, nach denen sich die verschiedenen Formen scheiden, sind die relative Länge der einzelnen Schalentheile, besonders der Mittelspitze und dem entsprechend die Höhe der Seitenkanten, das Auswachsen der letzteren über das Niveau der Bauchrippe hinaus und dem entsprechend die Form des Querschnittes, die Theilung des Mittelfeldes, die Erweiterung des vordersten Schalentheiles und die Stärke der concentrischen Ringelung.

Form A. **Pyramidata**. (Cl. *pyramidata* Per. Les.)
(Fig. 15, 15a, 15b.)

Der Spitzentheil ist verhältnissmässig lang und schlank, das sich daran setzende vordere Stück erweitert sich sehr schnell und wächst im Alter zu Seitenspitzen aus. Der davorliegende Theil klafft weit aus einander und ist sowohl an der Ventral- wie Dorsalplatte in eine längere unregelmässige lippenartige Verlängerung ausgewachsen. Die Seitenkanten ziehen sich ausserordentlich scharf aus und steigen weit unter das Niveau der Ventralrippe hinab. (s. Fig. 15b.) Die fünf Rippen der Dorsalplatte sind ungetheilt. Die quere Ringelung ist äusserst schwach, annähernd deutlich jedoch auf dem vorderen Theil der Rückenplatte.

Diese Form liegt mir in allen Alterstufen vor. Die grössesten Exemplare haben 15,5, 13,2, 12,5, 12,5 und 13,5 mm. Länge zu 11,8, 10,7, 9,4, 11,4 und 11,5 mm. Breite.

a. Nizza 2 Stück.
b. Madeira 70 Stück.
c. Atl. Oc. 3 Nummern mit 101, 20 und 239 Stück, zwischen den letzteren eine *costata*.
d. Port Natal 3 Stück.
e. Zanzibar 2 Nummern mit 55 und 70 Stück, unter den letzteren 1 *labiata*.
f. Ombaai-Str. 3 Nummern mit 20, 7 und 10 Stück.
g. Banda-See 1 Stück.
h. 7° S. 28° W. und 33° S. 38° O. 11 Stück.

Form B. **Martensii** nov.
(Fig. 16, 16a—c.)

Der Spitzentheil ist kurz und von derselben Schlankheit wie bei *pyramidata*. Der darauf folgende Theil hat schwach convexe Contouren und geht dann, sich mehr weniger schwach absetzend, in den vordersten mit geraden Kanten versehenen, sich ein klein wenig schneller erweiternden Theil über. Zu einer bedeutenderen Erweiterung und Seitenspitzenbildung hommt es nie. Die Seitenkanten ziehen sich scharf aus, steigen aber nur wenig unterhalb des Niveaus der Bauchrippe hinab. Das Mittelfeld zeigt fünf Rippen, deren mittelste jedoch lange nicht soweit vorspringt, wie bei *pyramidata*. Die Ringelung ist, auch für das unbewaffnete Auge, ungemein scharf und sauber, besonders auf der Ventralseite, wo sie bei *pyramidata* fast ganz verschwindet.

Länge 17,6, 14,5 und 13,3 mm. 9,7, 7,4 und 7,3 mm. Breite.

a. Atl. Oc. 11 Stück und 1 *pyramidata*.
b. Antillen 11 Stück.

Form C. **Sulcata**. (*Cleodora sulcata Pfeffer* l. c.)
(Fig. 17, 17a—17d.)

Die Mittelspitze ist breiter als bei den bisher betrachteten Formen und verhältnissmässig sehr lang, sodass die Seitenkanten ungemein hoch ansetzen und die ventrale Ausbauchung (s. Fig. 17c), die sich in der Gruppe an dieser Stelle immer findet, ausserordentlich weit nach vorn liegt. Von hier aus erweitert sich der Vordertheil der Schale plötzlich und ziemlich schnell. Die Seitenkanten ziehen sich nicht besonders stark aus und steigen nicht bis zum Niveau der Ventralrippe hinab. Die Rippen der Dorsalplatte theilen sich in unregelmässiger Weise weiter. Die Ringelung ist die ausgebildetste in der Gruppe und besonders stark auf der Mittelspitze ausgeprägt.

a. Ind. Oc. 50 Stück.
b. Atl. Oc. 1 Stück.

Form D. (*Cleodora*) **Australis** Orb.
(Fig. 18, 18a—c.)

Die Mittelspitze ist kurz, noch etwas breiter, als bei *sulcata*, der vordere Theil verbreitert sich schwächer, als die Spitze. Die Seitenkanten sind wenig angezogen

und steigen schwach unter das Niveau der Ventralrippe hinab. Die Rippen der Dorsalseite sind unregelmässig weiter getheilt. Die concentrische Ringelung ist auf der ganzen Schale, wenn auch nirgends besonders scharf, ausgeprägt. Das grösseste Stück misst 13,4 mm.

42⁰ S. 62⁰ O. 11 Stück.

Gruppe balantium. (Cleodora balantium Rang.)

(Figur 20.)

a. 44⁰ N. 13 Stück.

b. Südwest-Küste von Australien 2 Stück, das grösseste 20,3 mm. lang und 13,7 mm. breit.

Ueber Fig. 20 s. Figurenerklärung.

Gruppe falcatum nov.

(Fig. 19, 19a und b.

Diese Gruppe leitet sich von *balantium* durch völliges Verschwinden der ventralen, dorsalen und queren Sculptur ab.

Von dieser Gruppe liegt mir nur eine Form von 2 Fundorten vor. Die Gestalt ist in der Aufsicht ein schlankes Dreieck. Der jüngste Theil ist stark zurückgebogen und hat ein nach vorn scharf abgesetztes stumpf eiförmiges Embryonalschälchen. Eine Rippenbildung auf dem Rücken ist absolut nicht vorhanden; man bemerkt jedoch eine Art Hämmerung, die bei schief auffallendem Licht ganz schwache kantige Andeutungen einer longitudinalen Sculptur zeigen. Die Bauchseite ist überall gleichmässig gewölbt und zeigt keine Spur von einer medianen Rippe oder queren Furchen, dagegen dieselbe Hämmerung wie auf der Dorsalplatte, sodass vielleicht anzunehmen ist, die Hämmerung der letzteren sei gar nicht homolog mit der Sculpirung der anderen Gruppen.

Die Weichtheile sind dunkel schwarzviolett.

a. Atl. Oc. 1 Stück; 12,5 mm. lang; 6,1 mm. breit. Dieses Stück ist das in Fig. 19, 19a abgebildete.

b. 44⁰ N. 31⁰ W. 1 Stück. Dieses Stück hat eine verhältnissmässig schwach gebogene Endspitze, wie Fig. 19b zeigt.

Gruppe striata.

Die Stücke dieser Gruppe variiren nah dem mir vorliegenden Material nicht.

a. Ind. Oc. 30 Stück.

b. Atl. Oc. s. *subulata* b.

Gruppe Virgula. (Cleodora virgula Rang.)

Diese Gruppe scheidet sich in zwei sehr leicht auseinander zu haltende Formen, die ich in der oben citirten Arbeit aufgestellt habe.

Form A. **Virgula**. (*Cleodora virgula Rang* s. str. Pfeffer l. c.)

Die Schale biegt sich hornförmig ziemlich stark zurück und hat eine sehr feine, jedoch nicht regelmässig parallele Streifung. Die Embrynalschale ist ziemlich lang, setzt sich durch eine deutliche Ringfurche ab und zeigt an ihrem Ende eine ganz schwache Anschwellung. Die Embryonalschale ist entweder hyalin oder auch dunkler gefärbt.

Ind. Oc. 13 Stück.

Form B. **Flexa**. (*Cleodora flexa* Pfeffer l. c.)

Die Biegung im hinteren Theil der Schale ist nicht besonders stark, geschieht aber ziemlich plötzlich, sodass diese eingeknickt erscheint. Die feine Streifung zeigt eine grosse Regelmässigkeit. Die ausserordentlich lange Embryonalschale ist gerade, meist farblos, mit schwacher Andeutung einer Endanschwellung; sie setzt sich ventral schwach das Gehäuse ab, bildet dagegen dorsal die directe Fortsetzung desselben.

Ombaai-Strasse 2 Stück.

Gruppe acicula. (Cleodora acicula Rang.)

Die Exemplare dieser Gruppe scheinen kaum zu variiren. Die grössesten mir vorliegenden Stücke sind 26,6. 26 und 25,8 mm. und stammen aus dem Indischen Ocean.

a. Atl. Oc. Drei Nummern mit 1, 2 und 10 Stück.
b. Cap 19 Stück.
c. Zanzibar 12 Stück und 1 *subulata*.
d. Ind. Oc. Drei Nummern mit 4, 4 und 29 Stück, unter der letzteren zwei *spinifera*.
e. Ombaai-Str. 2 Stück zusammen mit 1 *flexa* und 1 *subulata*.
f. Banda-See 2 Stück.

Gruppe subulata. (Cleodora subulata Quoy und Gaimard.)

Auch in dieser Gruppe vermag ich bei dem grossen mir vorliegenden Material keine zu einer Formenbildung führende Variation festzustellen. Das grösseste mir vorliegende Stück misst 11,8 mm.

a. Messina 20 Stück.
b. Atl. Oc. Drei Nummern mit 9 Stück und 1 *acicula*, 2 Stück und 1 *striata*, 72 Stück und 1 *sulcata*.
c. Cap 7 Stück.
d. Zanzibar zwei Nummern mit 2 und 180 Stück.
e. Ind. Oc. 29 Stück.
f. Ombaai-Str. Zwei Nummern mit 1 und 12 Stück, darunter mehrere *flexa*.

Gruppe columella. (Cuvieria columella Rang).

(Fig. 21, 21a und b.)

Diese Gruppe habe ich besonders auf Grund von Verschiedenheiten in der Stärke der Sculptur in meiner früheren oben angegebenen Arbeit in zwei Formen geschieden. Die Exemplare zeigen die Mittelspitze in allen Stadien erhalten, eines hat noch seine vollständige Spitze mit länglichem, dem von *pyramidata* ähnlichen Embryonalschälchen.

Form A. **Columella** (Triptera columella Rang s. str. Pfeffer l. c.)

a. Azoren 2 Stück.
b. Ombaai-Str. 7 Stück.

Form B. **Cancellata** (Triptera cancellata Pfeffer l. c.)

a. Atl. Oc. 79 Stück.
b. Zanzibar 91 Stück; darunter ein Stück mit ganz schräg angesetztem Septum.



Tafel VII.



Tafel-Erklärung.

Fig. 1. *Tridentata* von unten, 1a von oben, 1b von der Seite gesehen.
Fig. 2. *Affinis* von unten, 2a von oben, 2b von der Seite gesehen.
Fig. 3. *Uncinata,* 3a und 3b verschiedene Lippenformen derselben.
Fig. 4. *Globulosa* von vorn gesehen.
Fig. 5. *Gegenbauri* in derselben Ansicht.
Fig. 6. *Gibbosa.*
Fig. 7. *Gegenbauri.*
Fig. 8. *Longirostris,* eine Form mit schlankem Kanal der Oberlippe und langen Seitenspitzen; 8a ein ganz junges, 8b ein älteres Exemplar.
Fig. 9. *Inflexa,* 9a imitans.
Fig. 10. *Labiata,* eine Form mit langen End- und kurzen Seitenspitzen, 10a eine nach dem anderen Extrem ausgebildete Form.
Fig. 11. *Costata,* 11a die Oberlippe von vorn gesehen.
Fig. 12. *Quadridentata,* 12a die Oberlippe von vorn gesehen.
Fig. 13. *Mucronata.*
Fig. 14. *Trispinosa.*
Fig. 15. *Pyramidata,* 15a von oben gesehen, nur auf einer Seite ausgeführt; 15b der Durchschnitt der Schale.
Fig. 16. *Martensii,* 16a von unten, 16b von der Seite gesehen, 16c der Durchschnitt.
Fig. 17. *Sulcata* von oben, 17a von unten, 17c von der Seite gesehen, 17d der Durchschnitt. Diese Figuren stammen von dem am besten erhaltenen Stück. Fig. 17b zeigt die Rippung der Oberseite an einem Fragment, welches mir leider nicht in unversehrtem Zustande zur Beobachtung gelangte.
Fig. 18. *Australis* in vier Ansichten.
Fig. 19. *Falcata* von oben, 19a von der Seite; 19b stammt von dem anderen weniger gekrümmten Exemplar.
Fig. 20. *Balantium,* Durchschnitt.
Fig. 21. *Cancellata* in vollständig erhaltenem Zustande, 21b mit abgebrochener Embryonalschale, 21b im Durchschnitt.

Von den „Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins" erschienen bisher:

Band I. **Prof. Dr. Stannius.** Ueber den Bau des Delphinen-Gehirns.
Dr. Steinheim. Die Entwicklung des Frosch-Embryos.
Jonas, J. H. Molluskologische Beiträge.
Wasmann, A. Beiträge zur Anatomie der Spinnen.
Schmidt, Phlp. Beschreibung zweier neuen Reptilien.
Sonder, W. Revision der Heliophileen.

Band II. **Wiebel, K.** Die Insel Helgoland.
Hartlaub, G. Beitrag zur Ornithologie West-Africas.
Schmidt, Phlp. Beiträge zur ferneren Kenntniss der Meerschlangen.
Wiebel, K. Das Gold der Goldküste von Elmina.
Fischer, J. G. Die Gehirnnerven der Saurier.

Band III. — — Familie der Seeschlangen.
— — Neue Schlangen des Hamb. Naturhist. Museums.
Möbius, K. Nester der geselligen Wespen.

Band IV. — — Die echten Perlen.
Prof. Dr. Kaup. Neue Aal-ähnliche Fische des Hamb. Museums.
Möbius K. Neue Seesterne des Hamb. und Kieler Museums.
Kirchenpauer, G. H. Die Seetonnen der Elbmündung.
Klatt, F. W. Die Gattung Lysimachia.

Band V. **Möbius, K.** Ueber den Bau, den Mechanismus und die Entwickelung der Nessel-Kapseln.
Fischer-Benzon. Mikroskopische Untersuchungen über die Structur der Halsytes-Arten.
Sonder, W. Die Alpen des tropischen Australien.
Kirchenpauer, G. H. Ueber die Hydroidenfamilie Plumularidae. I. Aglasphenia.
Bolau, H. Die Spatangiden des Hamb. Museums.

Band VI. **Strebel, H.** Beitrag zur Kenntniss der Fauna mexikanischer Land- und Süsswasser-Conchylien.
Kirchenpauer, G. H. Ueber die Hydroidenfamilie Plumularidae. II. Plumularia und Nemertesia.
Bolau, Dr. H. und **Pansch, Dr. Ad.** Ueber die menschenähnlichen Affen des Hamb. Museums.

Ferner erscheinen seit 1877 jährlich „Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins", kleine Arbeiten der Mitglieder enthaltend; ausgegeben sind bis jetzt Heft I—IV. (1877—1880).

Druck von Ferdinand Schlotke in Hamburg.

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

von Hamburg-Altona.

VII. Band, II. Abtheilung mit VIII Tafeln.

INHALT:

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1883.

ABHANDLUNGEN

aus dem

Gebiete der Naturwissenschaften

herausgegeben vom

Naturwissenschaftlichen Verein

von Hamburg-Altona.

VII. Band, II. Abtheilung mit VIII Tafeln.

INHALT.

HAMBURG.
L. Friederichsen & Co.
1883.

Beiträge zur Naturgeschichte

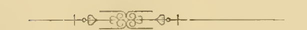
der

Lungenschnecken

von

Dr. Georg Pfeffer.

6. Die Naninen, specieller Teil.



Beiträge zur Naturgeschichte der Lungenschnecken

von

Dr. Georg Pfeffer.

6. Die Naninine, specieller Theil.

Der folgende Aufsatz ist ein kurz gehaltener Auszug einer Arbeit, die im Jahre 1876 geschrieben, jedoch durch mannichfache Verhinderungen noch nicht veröffentlicht ist. Meine stets gehabte Absicht, das Material nach der langen Zwischenzeit noch einmal zu prüfen, um neuere Gesichtspunkte daran zu legen, hat sich bis jetzt noch nicht verwirklicht, und so sehe ich mich denn, um die Resultate der angestellten Untersuchungen zu retten, genötigt, ein meinem heutigen Standpunkte etwas angepasstes Referat derselben zu geben. Ich habe deshalb auch die Figuren unterdrückt, weil ich, besonders auf die Zahnbilder, meine nunmehrigen Anschauungen nicht durchgängig anwenden kann. In dem jetzigen Gewande bietet der Aufsatz das, wozu er bei seinem Entstehen bestimmt war, eine Ergänzung zu der Semper'schen Arbeit. Man wird in Folgendem mannichfaltige Differenzpunkte mit den Untersuchungen dieses Autoren finden, und ich habe sie stets scharf hervorgehoben, ohne jedoch die Resultate Sempers als ungenau hinstellen zu wollen. Ich kenne zu gut die grosse Variationsweite und die bei manchen Formen zur Regel werdenden Unregelmässigkeiten in der Ausbildung gewisser Systeme, als dass ich mir hier ein voreiliges Urtheil erlauben sollte. Ein grösseres Untersuchungsmaterial wird gewiss die meisten Differenzpunkte ausgleichen. Die Schalen habe ich s. Z. gar nicht berücksichtigt, weil ich in diesem Fache damals ganz unbekannt war; zu einer ausgiebigen Verwertung derselben fehlte mir hierselbst das Material und bei meinem Aufenthalt zu Berlin in den Ostertagen dieses Jahres die Zeit; doch hatte ich daselbst Gelegenheit, die bekannte Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. v. Martens in Anspruch nehmen zu können, dem ich denn auch in verschiedenen Punkten eine Klärung meiner Ansichten verdanke.

Eine allgemeine Darstellung der Charaktere der Unterfamilie habe ich in den Jahrbüchern 1878 p. 251 ff. gegeben, sodass die darin aufgestellten Gesichtspunkte im Folgenden vorausgesetzt werden.

Die Nanininen sind Vitriniden mit Randzähnen der Radula, deren Aussenzacken verblieben oder nach hinten rückend verschwunden ist; mit einer Schleimpore am Schwanzende und mit Ausmündung der Genitalien dicht am rechten grossen Fühler.

Die typischen Glieder der Unterfamilie, von denen die verschiedenen Formen abzuleiten sind, zeigen ausserdem als accessorische Charaktere eine dreiteilige Fusssohle, wol entwickelte Nacken- und Schalenlappen, glänzende Schale, dreispitzige Mittel- und Seitenzähne der Radula ohne stark überwiegende Entwickelung des Scheitelteiles, und an den Genitalien ein Flagellum und Coecum retractoris penis, ferner eine Glandula mucosa.

I. Der reale Typus der Unterfamilie steckt wahrscheinlich unter der etwas bunten, von Albers unter dem Namen „Orobia“ zusammengefassten Gruppe. Jedenfalls gehört er ganz in die Nähe von Macrochlamys; denn die typischen Glieder dieser Gattung unterscheiden sich vom Typus der Unterfamilie nur durch die spiralig gewundene Form des Coecum retractoris. Die Gl. mucosa geht schon innerhalb der Gattung (M. sinensis) verloren; denkt man sich ferner das Coecum retractoris nicht spiralig, wie bei Macrochlamys, sondern typisch entwickelt, so hat man die typische Form der Gattung Helicarion. Die äusseren Kennzeichen ändern sich von Macrochlamys aus nicht besonders, sodass auch die Helicarion-Schale von der der Gattung Macrochlamys nicht wesentlich abweicht, doch zeigt sich als Tendenz der Abweichung eine sich immer mehr ausprägende weite Aufrollung der Schale. Mit diesem Charakter geht eine ganz besondere Entwickelung der Mantel-, besonders der Schalenlappen, Hand in Hand; ferner verliert sich allmählich der Scheitelcontour des Zahnes und geht somit continuierlich in die deutlich ausgebildete, den Scheitelcontour weit überragende Basalplatte über, sodass der Zahn mit ganz ungeheuer langem Scheitelteil versehen erscheint. Dieses Abweichen der Zahnform tritt mit noch anderen Modificationen der Radulabildung zusammen auf, sodass man eigentlich nicht anstehen dürfte, für diese Schnecken eine eigene Gattung zu gründen, wie ich dies schon früher (Zonitarion, Jahrb. Malak. Ges. 1878 l. c.) getan habe. Von Zonitarion aus schreitet in gewissen Merkmalen die für diese Gattung specifische Differenzierungstendenz weiter, indem mit Beibehaltung der specifischen Zahnform die Entwickelung der Mantellappen, parallel mit der Reduzierung der Schale immer offenbarer auftritt, sodass der linke Nackenlappen als breite, lange Kappe über dem Nacken liegt, und die verwachsenden Schalenlappen die Schale fast vollständig einschliessen. Eine solche Form scheint Dendrolimax zu sein, und dieser Befund würde auch der Gattung Parmarion entsprechen, wenn dieselbe nicht eine Gl. mucosa besässe. Es zeigt das eben nur, dass entweder Parmarion von einer früheren, typischeren Stammform abzuleiten wäre, und dass sich von da an in zwiefacher Weise dieselbe Tendenz (bei Helicarion-Zonitarion-Dendrolimax einerseits und bei Parmarion andererseits) verwirklicht habe, oder aber, dass die bei Helicarion allmählich rudimentär werdende und verschwindende Gl. mucosa hier durch Rückschlag wieder zur vollen Ausbildung gelangt sei. Schliesslich verwachsen — bei Tennentia — die Schalenlappen völlig mit einander, sodass die Schale innerlich wird. Diese Stufe äusserster Differenzierung nimmt auch die Gattung Urocyclus ein, doch kann ihre Zugehörigkeit zu dieser Gruppe nicht als erwiesen betrachtet werden. Ich habe s. Z. dem äusseren Habitus nicht den Wert, wie jetzt, zugelegt, muss aber gemäss meiner Erinnerung hervorheben, dass der äussere Charakter von Parmarion ganz Helicarion-artig, der von Urocyclus und anderen verwandten afrikanischen Formen mehr Arion-artig war. Das afrikanische

Vorkommen von Urocyclus befremdet allerdings, darf jedoch nicht als absoluter Scheidungsgrund von den asiatisch-australischen Formen angeführt werden, da ja auch Vertreter der Gruppe Zonitarion (semimembranaceus) in Afrika heimisch sind.

II. Im Gegensatz zu den betrachteten Gruppen leitet sich vom Typus ein zweiter grosser Reihencomplex mit ganz anderen Tendenzen ab; während man die vorige als Differenzierungsreihe ansehen kann, ist die jetzt zu betrachtende als Gruppe von Reductionsreihen aufzufassen, und zwar so, dass fast jede Gattung sowol Glieder enthält, welche sich in gewissen Merkmalen dem Typus nähern, wie solche, die in gewissen Hinsichten stark reduziert sind. Es gehören hierher Xestina, Xesta, Ariophanta, Hemiplecta und Rhysota. Zuerst reduziert sich die Dreiteiligkeit der Sohle und zum Teil die Mantellappenbildung bei der Gattung Xestina zu indifferenten Befunden, während die inneren Charaktere, die typische Bildung der Radula und Genitalien, verbleiben. Nicht von Xestina, sondern selbständig vom Typus leitet sich die Gattung Xesta ab, welche sich übrigens in sich selber schon consolidiert hat und nicht, wie die vorige Gruppe, eben erst anfängt, sich vom typischen Verhalten ohne feste, einseitige Tendenz loszulösen. Xesta behält die Schalenlappen (und damit die glänzende Schale) und die Genitalien typisch bei, zeigt aber eine ganz indifferente Fusssohle und eine sehr abgeschwächte Form der Zahnbildung, indem die Zacken am Mittelzahn und den Seitenzähnen grosse Neigung zum Schwinden zeigen, und der Scheitelteil nicht die typische Rundung, sondern eine gradlinige Abstutzung sehen lässt, sodass die Mittelzähne eine dreieckige Gestalt angenommen haben. Als eine Form, die wohl hierher zu ziehen ist, bei der aber die Reductionstendenz schon die Mantellappen ergriffen hat, stellt sich N. distincta dar, die deshalb möglicherweise zu der Rhysota-Reihe leiten kann. — Von Formen, welche ähnlich wie Xesta, jedoch in einem Punkte nicht ganz so weit reduziert sind, leitet sich die Gattung Ariophanta ab. Die Sohle ist völlig indifferent, die Mantellappen sind in allmählicher Reduction begriffen, die Zähne sind die der vorigen Gruppe, zeigen jedoch mehr Uebergänge zu typischeren Formen, die Blindsäcke des Penis (Coecum retractoris und Flagellum) sind verschwunden, kurz, es ist eine fast allgemeine Reduction der accessorischen Unterfamilien-Charaktere eingetreten, und es würde die Berechtigung der Zusammenfassung dieser Schnecken zu einer Gattung ganz fehlen, wenn sie nicht ein specifisches, positives Merkmal hätten, nämlich das Pfeil-artige Gebilde und die secundäre Anhangsdrüse der Gl. mucosa. Nichtsdestoweniger ist dies kein zwingender, sondern nur ein berechtigter Grund zur Zusammenfassung der sonst recht auseinander weichenden Arten. — Als dritte, zu diesem Complex gehörige Reihe leitet sich Hemiplecta-Rhysota von annähernd typischen Formen ab, wie dies H. siamensis und isabellina, etwas weniger H. setigera zeigen. Freilich sind bei der letzteren schon die Schalenlappen und die Blindsäcke des Penis verschwunden, aber Gl. mucosa, Zähne, und im ganzen auch die Sohle, sind typisch. Es deutet also dies Verhalten darauf hin, dass die Gruppe etwa am nächsten an Xestina-artige Formen anzuschliessen sei. Von H. setigera aus geht die Reduzierung weiter, zunächst zu H. gummata. Hier ist die Sohle fast indifferent, die Zähne zeigen den abgeschwächten Xesta-Ariophanta-Typus, nur zeigt diese Schnecke eine wenn auch

ganz schwache Ausbildung der Schalenlappen. Weiterhin findet man bei den Rhysoten eine von Hemiplecta-artigen Befunden ableitbare Reduzierung sämtlicher accessorischen Familien-Charaktere. Grade in diesem Punkt liegt nun freilich eine Fehlerquelle für die Construierung der Verwandschaft. Man sieht, dass jede der vier Reihen dieses zweiten Reihencomplexes stark ausgeprägte Reductionstendenzen in sich trägt, es ist also klar, dass sämtliche Gattungen mit ihren Endgliedern auf Rhysota-artige Befunde kommen können, resp. gekommen sein können; ganz besonders ist dabei darauf aufmerksam zu machen, dass die An- oder Abwesenheit der Schalenlappen, die — wie es fest steht — innerhalb der Gattungen schwanken, viel zur Glätte resp. Rauhigkeit der Schale beiträgt; und dass dieser Charakter bei der Feststellung der Verwandschaft nach den Schalen mit Vorliebe benutzt ist, zeigen deutlich genug Namen wie Xesta, Hemiplecta, Rhysota.

Hier dürfte wol als etwas ferner stehend, aber doch im allgemeinen hierher gehörig die Gattung Euplecta anzuschliessen sein. Die völlige Indifferenz der Fusssohle, die innerhalb der Unterfamilie sonst nur bei dem soeben betrachteten Reihencomplex vorkommt, würde ein wenn auch schwaches Verbindungsmoment ergeben. Sonst fehlen die Schalenlappen, die Genitalien sind typisch, diese zeigen aber als ganz besondere nur hier vorkommende Differenzierung eine eigentümliche Schlingenbildung am Penis.

III. Eine dritte kleine Reihe ist durch eine Südsee-Gruppe vertreten, welche der Semperschen Gattung Eurypus entspricht. Diese Schnecken zeigen in ihrem Aeusseren grosse Annäherung an typische Formen; die Schale, die dreiteilige Fusssohle, die Furche auf dem Schwanzrücken und die regelmässige Sculptur der Fussseiten sprechen ganz dafür; ebenso sind die Zähne typisch. Dagegen entbehren sie der Gl. mucosa und haben ein sehr kleines Flagellum, zwei Merkmale, welche sie der folgenden Reihe nähern können; schliesslich zeigen sie eine von den Befunden der beiden ersten Reihen ganz abweichenden, schraubig gewundenen Spermatophor.

IV. Die nunmehr zu betrachtende Reihe entspricht nach dem bisher untersuchten Material etwa den Gruppen Thapsia plus Microcystis. Die Anfangsglieder sind westafrikanisch (das Gros der Gruppe Thapsia Albers); sie zeigen, bis auf das Fehlen der Gl. mucosa, den reinen Typus. Abgesehen von einer speziellen Differenzierung der Th. troglodytes stellt sich hier eine Reihe dar, in der unter Beibehaltung der typischen Zahn- und Sohlen-Bildung die Blindsäcke des Penis allmählich verschwinden. Die Mantellappen sind typisch, in den entfernteren Stationen der Reihe wird das Auftreten des linken Schalenlappen unregelmässig. Die Schale ist glänzend hornfarbig. Diese Reihe ist wahrscheinlich eine sehr umfangreiche, insofern die meisten der kleinen Südsee-Oxygnathen hierher gehören dürften; ihre Continuierlichkeit ist eine derartige, dass man sie wol als eine einzige, in Gruppen zerfallende Gattung ansehen kann.

V. Der letzte Gruppencomplex — soweit die Beobachtungen reichen — gruppiert sich um Trochonanina und Martensia, wozu vielleicht noch Arten von Rotula, Trochomorpha etc. treten. Die Reihe schliesst sich mit ihren Anfangsgliedern an die Endglieder der zuletzt betrachteten Reihe an. Zähne, Sohle und Mantellappen sind

typisch, nur fehlt hier wie da der rechte Schalenlappen. Als charakteristisch für die Reihe findet sich eine Dislocierung in der Insertion des M. retractor und eine männliche Anhangsdrüse. Die Verbreitung der hierher gehörigen Formen reicht von West-Afrika bis durch die Südsee; wenn sich hieran jedoch die den Schalen noch ähnlichen Nanininen anschliessen, so dürfte der Verbreitungbezirk sich über die Tropen Afrikas, Australiens, Polynesiens und Asiens erstrecken.

I.

Die Macrochlamys-Parmarion-Reihe.

Gattung Macrochlamys Benson.

Sohle deutlich dreiteilig, alle Mantellappen vorhanden, der linke Nackenlappen oft geteilt (nicht immer, wie Semper, Philipp. II. Teil. III. Bd. 1. H. pag. 17 angiebt), am Penis ein spiralig aufgewundenes Coecum retractoris und ein kalkführendes Flagellum, in welchem zum Teil der Spermatophor gebildet wird. Dieser ist von typischer Gestalt. Die Gl mucosa verschwindet innerhalb der Gattung. Zähne typisch, z. Teil mit etwas abgeplatteter Scheitelkante, Randzähne ungleichspitzig.

M. sogdiana Mrts von Samarkand; Fedtschenko leg. Fussseiten unregelmässig runzelig, Schalenlappen zungenförmig, der linke von einem sehr entwickelten saumartigen Basalstück entspringend; der linke Nackenlappen sehr weit nach rechts herumreichend. Receptaculum grossblasig, Gl. mucosa keulenfg. In dem ersteren fanden sich drei vollständige Spermatophoren (s. Arch. f. Naturg. 1878 p. 425.) Radula 1. 8. 37. Kiefer am Scheitel abgeplattet, mit nach unten vorspringendem stumpfen Zahn.

M. turanica Mrts von Kokand; Fedtschenko leg. Fussseiten gestreift, Schalenlappen klein, besonders der linke; der linke Nackenlappen in zwei abstehende Teile zerfallen. Receptaculum keulenfg. Gl. mucosa einer gestielten Blase gleichend, mit ziemlich hoher Insertion der Papille. Scheitelkante der Zahne nur schwach abgeplattet, Innenzacken an den Seitenzähnen sehr hoch ansetzend, Aussenzacken sehr tief einschneidend. 1. 18. 56. Kiefer mit abgeplattetem Scheitel und ganz stumpfem Zahn.

M. sinica Mrts von China; Möllendorff leg. Von dem bei der vorigen Art geteilten Nackenlappen ist das äussere Teilstück verschwunden. Gl. mucosa äusserst reduziert, im Receptaculum zwei Spermatophoren (s. Archiv l. c). Zähne wie bei M. sogdiana, doch Zacken nicht so spitz und die grade Scheitelkante länger. 1. 17. über 30. Kiefer ohne Abplattung des Scheitels, mit stumpfem Zahn.

M. splendens Hutton von Calcutta; Anderson leg; nach Semper, l. c. pag. 17. Mantellappen wie bei M. sinica; Genitalien mit gestieltem Receptaculum, Zähne mit sehr langer gerader Scheitelkante. 1. 12—15. c. 40. Kiefer mit starkem Zahn.

M. honesta Gould von den Andamanen; Anderson leg; nach Semper, l. c. pag. 18. Mantellappen wie bei splendens; Gl. mucosa und Kalksack gross, Coecum

retractoris klein. Zähne mit sehr langer gerader Scheitelkante. 1. 12—14. c. 42. Kiefer mit kleinem Mittelzahn.

Ich kenne die Schale dieser Schnecke nicht, möchte sie aber den Weichteilen nach eher für einen Helicarion, und zwar der Gruppe Zonitarion sich am meisten anschliessend, halten. Das kleine, nicht gewundene Coec. retractoris, besonders aber die Zahnform spricht dafür; die sich ganz der Kante des Mittelzahnes anschliessende Innenkante des abgebildeten 1. Seitenzahnes ist grade ein Habituscharakter der Zonitarion-Zahnform.

Stoliczka hat (Journ. Asiat. Soc., part. II, 1878, pag. 248) ebenfalls M. honesta untersucht, kann aber unmöglich dieselbe Schnecke, wie Semper, vor sich gehabt haben. Zunächst hat sein Exemplar keine Gl. amatoria; denn was er dafür hält (arrow sac) ist das Receptaculum, weil sich Spermatophoren darin befanden; der Irrthum beruht wohl in erster Linie auf der keulenfg. Gestalt, welche das Receptaculum in dieser Gattung gewöhnlich hat. Eigentlich sollte nun Stoliczka das Receptaculum vermisst haben und, da dasselbe (nach seiner Deutung) fehlte (denn wenn dasselbe — nämlich die Gl. mucosa nach seiner Deutung — dagewesen wäre, hätte die Verwechslung nicht stattfinden können) sich darüber befremdlich ausgesprochen haben; dies ist jedoch nicht der Fall, und so mag denn die angestellte Betrachtung in ihrer Berechtigung vorläufig bestehen bleiben. Die Zahnbilder Stoliczka's sind garnicht zu gebrauchen, immerhin sprechen die Formeln (1. 12. 75. nach der Figur) und die „subequal cusps" der Randzähne sowol gegen die Identificirung mit der Semperschen M. honesta wie gegen die Zugehörigkeit zu Macrochlamys. Anhangsweise schliesse ich hier eine Art an, die sich vielleicht als eine stark reduzierte Macrochlamys herausstellen wird, wenn es der Befund der Radula gestatten sollte.

Nanina resplendens Troschel; Mergue. Sohle ziemlich reduziert; nur zwei Lappen ausgebildet, nämlich ein rechter Nacken- und ein linker zweispaltiger Schalenlappen. Genitalien typisch. Spermatophor s. Pfeffer, Archiv l. c. p. 425. Der Schlundkopf war ausgeschnitten, doch steht zu erwarten, dass die Zähne für die hier angewiesene Stellung der Art sprechen würden.

Gattung Helicarion Fér.

Sohle dreiteilig; Mantellappen gut entwickelt, nicht verwachsen; an den Genitalien ein (kalkführendes) Flagellum und ein indifferentes Coecum retractoris, welches innerhalb der Gattung sich reduziert, ebenso wie die Gl. mucosa. Mittlere Zungenzähne beim Subg. Helicarion s. str. typisch (gleich Macrochlamys) und stossen seitlich garnicht oder nur an einem Punkte an einander, mit distincter Scheitelkante; die Randzähne sind ungleichspitzig, wenn sie jedoch gleichspitzig werden, so tritt dieser Zustand erst ziemlich spät in der Querreihe auf, und das Aussehen dieser Zähne ist ein ganz anderes, als bei der folgenden Gruppe (s. Semper l. c. tab. VI.). Beim Subgenus Zonitarion platten die Zähne ihre Seitenkanten ab, berühren sich mit der ganzen Länge derselben, sitzen ohne distincte Scheitelkante der weit über diese Stelle hinaus entwickelten Basalplatte auf, decken die entsprechenden Glieder der nächstjüngeren

Reihe dachziegelförmig und schieben unter Verbreiterung der Mittelspitze die Seitenzacken weit nach hinten. Die Randzähne sind gleichspitzig; werden sie ungleichspitzig, so geschieht das in der entgegengesetzten Weise, als bei der vorigen Abteilung, nämlich durch Längerwerden des Aussenzackens, was in der Unterfamilie — soweit bekannt — nur noch bei Pamarion extraneus, der überhaupt diesen Zahntypus ebenfalls hat, vorkommt. (s. Semper l. c. tab. VI.)

Der ganz verschiedene Zahntypus nötigt zu einer scharfen Trennung der bisher unter dem Namen Helicarion zusammengefassten Schnecken, und zwar lasse ich den Namen Helicarion s. str. der Gruppe, in der H. Cuvieri, der Typus der Gattung, steht. Es ist wol Grund vorhanden, beide Gruppen als Gattungen zu trennen, und ich würde es auch thun, wenn ich nicht überzeugt wäre, dass es ausser diesen beiden Hauptgruppen noch eine Anzal kleiner hierher gehöriger giebt, die erst auf strenge Gesichtspunkte hin geprüft werden müssen.

Zu der Gruppe Helicarion s. str. gehören von den durch mich untersuchten Arten H. Cuvieri, H. plicatulus und H. suturalis, ferner, soweit ich aus Sempers Abbildungen schliessen kann, H. Freycineti, H. Pfeifferi, H. ceratodes, H. helicoides, H. bisligensis, schliesslich vielleicht (nach Stoliczka's Abbildungen) H. permollis.

Da man aus den in der Litteratur sich vorfindenden Abbildungen nicht auf die Deckungsverhältnisse der Zähne schliessen kann, so ist nicht mit Sicherheit zu sagen, welche von den bisher beschriebenen Arten in die Gruppe Zonitarion gehören, doch dürften sich den von mir untersuchten Arten H. resiliens und H. semimembranaceus nach Sempers Abbildungen hier noch mit Sicherheit anschliessen: H. gutta, H. crenularis, H. margarita, H. bicarinatus, H. politissimus.

Die von mir untersuchten H. Idae und H. anreofuscus weiss ich nicht unterzubringen, H. tigrinus und H. incertus (Semper l. c.) möchte ich wegen ihrer ganz auf die reduzierte Form der folgenden Reihe verweisenden Zahnbildung ganz aus der Gattung entfernen.

Semper teilt die Gattung in zwei Gruppen, solche ohne und solche mit Reizpapillen des Penis. Darnach gehört die ganze oben angenommene zweite Gruppe (Zonitarion) in die Sempersche Gruppe mit Reizpapillen; unter die Gruppe Helicarion s. str. würden dann aber ausser der Semperschen Gruppe ohne Reizpapillen noch einige mit Reizpapillen gehören, nämlich H. helicoides, H. bisligensis und H. ceratodes. Das alteriert jedoch die Berechtigung beider Einteilungsprincipe nicht zu sehr; denn wenn beide Gruppen mit einander verwandt sind, so ist Zonitarion von der weit typischeren Gruppe Helicarion abzuleiten. Einmal muss aber die Reizpapillenbildung zuerst stattgefunden haben, entweder vor oder nach der specifischen Differenzierung der Zonitarion-Zähne, und dann kommt es eben blos auf das Ansehen der Wertigkeit beider Einteilungsprincipien zu einander an, welches man anwenden will. Ich habe das Sempersche Princip zunächst deshalb nicht angewandt, weil eine Anzal der von mir untersuchten Exemplare recht unausgebildete Genitalien hatte; ferner halte ich aber die aus der Radula-Bildung hergenommenen Merkmale für überaus wichtig und recht leicht constatierbar, sodass ich, nicht ohne grosse Ueberwindung, hier in Gegensatz zu Semper zu

treten mich genötigt fand. — Zieht man nun im Gegensatz zu der soeben gegebenen Herleitung in Rechnung, dass auch bei Parmarion Reizpapillen des Penis auftreten (Semper l. c. pag. 9 f.), um auf diese Weise die Papillen von Zonitarion und Parmarion in einen monophyletischen Zusammenhang zu bringen, so muss man einen (etwa Helicarion-ceratodes-artigen) Helicarion mit Gl. mucosa und Papillen im Penis supponieren. Von diesem Ausgangspunkt könnte sich nach der einen Seite durch Verwachsung der Mantellappen und Differenzierung des Zahntypus die Gattung Parmarion herleiten, während sich durch Verschwinden des Gl. amatoria ein Helicarion mit ziemlich typischen, Zähnen, also etwa H. helicoides oder ceratodes, entwickelt. Beim Verschwinden der Papillen entstände dann die Gruppe Helicarion s. str., bei der Umwandlung des typischen Zahnes und dem Verschwinden des mittleren Vorsprunges am Kiefer unter Beibehaltung der Papillen die Gruppe Zonitarion. Diese Herleitung mag zuerst bestechen, ist aber nicht im geringsten monophyletisch, weil einerseits die verschieden differenziert auftretende Gl. amatoria der Gattung Helicarion, anderseits die auch unter den Parmarion-artigen auftretende Zahnform der Gruppe Zonitarion fortwährend störend dazwischen tritt.

Eine geographische Grenze der beiden Untergattungen ist nicht zu constatieren; beide Gruppen kommen sowol in Westafrika, wie auf den indischen Inseln und dem Festlande vor; es existiert hier ein ähnliches Verhältnis, wie bei den Gattungen Pitta und Paradoxurus. Die auf Neu-Holland und Van-Diemensland vorkommenden Arten gehören der Gruppe Helicarion an.

Subg. Helicarion Fér. s. str.

Zähne typisch, Kiefer mit Zahn, Penispapillen fehlen. Blindsackbildungen des Penis variabel, Gl. mucosa zum Teil vorhanden, doch ohne deutliche Papillenbildung.

H. suturalis Mrts; Buru; v. Martens leg. Geschlechtsteile unentwickelt. Erster Seitenzahn mit Innenzacken. Formel 1. 20. x.

H. plicatulus Mrts; Aburi, Buchholz leg. Flagellum völlig verschwunden. Erster Seitenzahn mit Innenzacken. Formel 1. 16—17. 44.

H. Cuvieri Fér; Van Diemensland; Schayer. Gl. amatoria ziemlich rudimentär wird durch die Auftreibung der Scheide angedeutet, neben welcher auf dem Semperschen Bild der Buchstabe v steht. Der Mittelzahn ähnelt dem Typus mehr, als in der Semperschen Abbildung, hat ausserdem eine schwächere Ausbuchtung der Scheitelkante und keinen Innenzacken am ersten Seitenzahn. Es scheint demnach die Zahnbildung dieser Art stark zu variiren. Kiefer mit Zahn. S. ausserdem Semper, Phil. p. 31.

H. Freycineti Q. et G. Semper, Phil. p. 30.

H. Pfeifferi Phil. Semper, Phil. p. 31.

H. helicoides Semper, Phil. p. 24.

H. ceratodes Pfr. Semper, Phil. p. 21.

H. bisligensis Semper, Phil. p. 30.

H. permollis Stoliczka von Penang Island. Wenn die von Stoliczka (1873. LII. pl. 11) unter obigem Namen beschriebene Schnecke ein Helicarion ist, so gehört sie näher zu dieser Gruppe, als zur folgenden. Der zahnlose Kiefer spricht zwar dagegen,

doch ist dies Merkmal von untergeordnetem Wert. Die Genitalien ähneln denen von H. plicatulus, soweit man von einer Aehnlichkeit derartiger anhangsloser Gebilde sprechen kann. Die abgebildeten fünfspitzigen Zähne sind natürlich unrichtig gesehen.

Subg. Zonitarion nov.

Kiefer ohne Mittelzahn; Zähne s. oben. An den Genitalien ein kalkführendes Flagellum und ein Coecum retractoris; Gl. amatoria in verschiedener Ausbildung.

Z. semimembranaceus Mrts; Victoria; Buchholz leg. Linker Nackenlappen gespalten, Kiefer mit ganz schwacher Andeutung eines Mittelzahnes. Erster Seitenzahn mit Innenzacken; vom 24. an sind die Zähne schon gleichspitzig. Formel 1. 11—12. 175. Gl. amatoria schwach abgesetzt, mit einer Papille. Kalkkörperchen rundlich.

Z. resiliens Beck; Luzon; Jagor leg. Linker Nackenlappen gespalten. Die von Semper (Phil. p. 26) anatomisch beschriebene Schnecke ist nicht die, welche ich in mehreren Exemplaren seciren konnte. Sie zeigten sämtlich keinen mittleren Zahn des Kiefers und ausserdem die für die Untergattung charakteristische Zahnbildung. Erster Seitenzahn ohne Innenzacken. Formel 1. 15. 190. Kalkkörperchen rund.

Z. gutta Pfr. Semper, Phil. p. 24.

Z. crenularis Beck. Semper, Phil. 25.

Z. margarita Beck. Semper, Phil p. 27.

Z. bicarinatus Semper, Phil. p. 29.

Z. politissimus Beck. Semper, Phil. p. 28.

Die folgenden Arten sind aus verschiedentlichen Gründen nicht in die aufgestellten beiden Gruppen zu fügen.

H. Idae Pfr. Celebes, Meyer leg. Fussseiten mit zwei sich kreuzenden Runzelstreifen-Systemen. Der kalkführende Blindsack des Penis äusserst reduziert. Radula (wahrscheinlich individuell) abnorm gebildet, indem alle Zähne als äusserste Randzähne ausgebildet sind, wie dies auch von Semper (Phil. tab. VI.) bei Rotula philyrina beobachtet und abgebildet ist, Formel 1. 400.

H. aureofuscus Mrts; Mombas; v. d. Decken leg. Penis gross und sehr dick. Sonst nichts zu constatieren, da das Exemplar ganz zersetzt und der Schlundkopf ausgeschnitten war.

H. tigrinus Semper, Phil. p. 28.

H. incertus Semper, Phil. p. 26.

Die Gattung **Hoplites** Austen (Proceed. 1872. II. p. 414) gehört hierher; man erkennt auf den Bildern den ausserordentlich entwickelten kappenartigen linken Nackenlappen, unter dem der rechte etwas hervorragt. Fuss gekielt, die Seiten wie bei H. Idae. Schwanzöffnung dreieckig.

Gattung Dendrolimax Dohrn.

D. Heynemanni Dohrn. Semper, Phil. p. 20.

Gattung Parmarion Fischer.

Der verlängerte linke Nackenlappen deckt den rechten völlig, sodass dieser früher übersehen wurde (Semper, Phil. p. 9). Das Athemloch liegt an der gewöhnlichen Stelle; die verwachsenen Schalenlappen lassen eine verhältnismässig kleine verschliessbare Oeffnung frei, durch welche ein Teil der Schale zu Tage treten kann. Die Genitalien zeigen die typischen Blindsackbildungen und eine Gl. mucosa mit Papille und liebespfeilartigem Gebilde. Hornige Papillen im Innern des Penis. Zähne von P. extraneus wie bei der Gruppe Zonitarion; die von P. pupillaris bilden ein Uebergangsglied von typischen Formen her.

P. pupillaris Humbert; Tjisu rupan, Java; v. Martens leg. Zu der von Semper (Phil. p. 9) gegebenen Beschreibung füge ich einiges hinzu. Der Liebespfeil sitzt auf der dünnen, geschlängelten, vorn mit einem Knopf versehenen Papille; die Oeffnung des Pfeiles gleicht einer geschnittenen Federpose. Die Zähne meines Exemplars weichen stark von denen der Semperschen Exemplare ab, sodass hier wiederum eine grosse Variationsweite vorhanden scheint. Die Zähne decken sich schwach ziegelförmig und stossen mit der Länge ihrer Seitenkanten an einander, erinnern jedoch durch die lange und schlanke Spitze an die typische Form. Die Zackenbildung innerhalb der Querreihe scheint gleichfalls bei den Individuen zu variiren. Bei Sempers Exemplaren waren alle ausser dem Mittelzahn zweispitzig, bei den meinigen zeigte sich hingegen eine ganz merkwürdige Unbeständigkeit des Aussenzackens. Er verschwindet nämlich etwa am 10. Seitenzahn, worauf ungefähr zwanzig einspitzige Seitenzähne folgen, von denen ab und zu einer einen Aussenzacken trägt; dann tritt er endgültig, etwa in der Verschwindungshöhe, wieder auf, rückt nach unten und bildet mit der Mittelspitze zusammen das gleichspitzige Ende der Randzähne.

P. etxraneus Fér. Semper l. c. p. 10.

Anhangsweise sei hier zu erwähnen, dass der sog. Parmarion Kersteni Mrts. nicht hierher gehört, sondern wol unter die Succiniiden (s. Pfeffer, Jahrb. 1877 p. 325).

Gattung Tennentia Humbert.

T. philippinensis Semper, Phil. p. 7.

Gattung Urocyclus Gray.

Lappenbildung gleich der von Parmarion, doch ist das Athemloch oberflächlich in einem Ausschnitt des rechten Nackenlappens gelagert. Schalenlappen verwachsen bis auf ein nicht bis zur Schale durchdringendes Stichloch. Genitalien typisch, ohne Reizpapillen und Liebespfeil. Zähne annähernd typisch.

U. flavescens Keferstein; Rio Quellimane; Peters leg. Der rechte Nackenlappen hat das kreisrunde Athemloch in seiner Mitte, jedoch nicht isoliert, denn es führt ein feiner Schlitz von da zum Innenrand des Lappens. Penis lang und dünn, ebenso wie das Vas deferens knotenförmig aufgetriebene kalkführende Stellen führend. Zähne im allgemeinen typisch, jedoch mit äusserst langen Mittel-Spitzen bis etwa zum 18. Seitenzahn, von wo an dieselben denen anderer schlankspitziger Naninínen-Zähne

gleichen. 1. Seitenzahn ohne Innenzacken, das Ende seiner Mittelspitze, ebenso wie bei den folgenden, im Bogen nach innen geneigt. Randzähne ungleichspitzig. Formel 1. 28. 60. Kiefer mit mittlerem nach vorn, nicht nach unten, vorragenden schwach convexen Vorsprung. Ueber den Spermatophoren s. Pfeffer, Archiv l. c. p. 425. Die von Keferstein über diese Schnecke gelieferte Beschreibung stimmt sowol hinsichtlich der Zähne wie des Kiefers nicht zu der vorstehenden.

Gruppe der Xesta-artigen Naninínen.

Gattung Xestina Pfeffer.

Naniniden Jahrb. 1878 p. 257.

Zähne und Genitalien typisch; Fusssohle ungeteilt; Mantellappen reduzieren sich innerhalb der Gattung. — Nur ungern habe ich für die folgenden Arten einen neuen Gruppennamen vorgeschlagen, aber die die typischen Xesten auszeichnenden Merkmale der Lappen und Schale und ferner die Reduziertheit der Zahnbildung lässt beide Gruppen zu wenig in eine grade Ableitungsreihe bringen, als dass man sie unter einem Namen zusammenfassen könnte. Ich bemerke zugleich, dass an der Stelle, wo ich den Namen Xestina zuerst gebrauchte, in der Anmerkung fehlerhafter Weise »Xesta« anstatt »Xesta I.« steht.

X. bistrialis Beck. Semper, Phil. p. 64.

X. maderaspatana Gray. Semper, Phil. p. 66.

X. Belangerii Desh. Semper, Phil. p. 66.

X. tranquebarica Fabr. Semper, Phil. p. 65.

X. ligulata Fér. Semper, Phil. p. 65.

Anhangsweise stelle ich hieher eine Art, die sich nirgends recht anschliesst.

X. politissima Pfr. Ceylon, Nietner leg. Schwanzende mit kleinem Horn; Schalenlappen im conservirten Zustande starr, halbstielrund. Zähne völlig typisch; der Mittelzahn durch Fehlschlagen eines Seitenzackens individuell unsymmetrisch; erster Seitenzahn mit Innenzacken, Randzähne nie gleichspitzig. Formel 1. 11. 22. Kiefer mit stumpfem Zahn.

Gattung Xesta Albers.

Mantellappen und Genitalien typisch, Zahn- und Sohlenbildung äusserst abgeschwächt, Uebergänge zum Typus noch nicht aufgedeckt, dagegen reduziert sich die Gattung noch weiter, indem X. distincta die Schalenlappen verloren hat. Fussseiten unregelmässig gerunzelt. Linker Nackenlappen bei X. Cumingii und X. limbata ungeteilt, bei X. vitellus nur gespalten, bei den übrigen geteilt. Am Oviduct unterhalb der Stelle, wo das Vas deferens den gemeinsamen Genitalienstamm verlässt, eine innen hohle, drüsige kugelförmige Auftreibung. Zähne ziemlich stark reduziert. Bei X. Cumingi findet sich die seitliche Gliederung des Mittelzahnes noch als paarige Ausbuchtung angedeutet, die Randzähne werden allmählich zweispitzig. Bei X. citrina und X. limbata werden die Ränder des Mittelzahnes glatt, die äussersten Randzähne

bleiben zweispitzig. Bei X. vitellus zeigen die letzteren ein abgestutztes, etwas ausgebuchtetes Ende und vermitteln den Uebergang zu den folgenden X. Wallacei, X. fulvizona und X. mindanaensis, bei denen alle Zähne einspitzig sind.

Die Gattung in der hier angenommenen Form entspricht der Gruppe Xesta b bei Albers-Martens und den Gruppen Xesta II. und III. bei Semper.

X. Cumingi Beck. Semper, Phil. p. 56.

X. citrina L. Meine Untersuchungen über diese Art stimmen mit denen Sempers (Phil. p. 63) überein.

X. limbata Mrts; Nord-Celebes; A. B. Meyer leg. Schalenlappen zungenförmig, schmal; der linke kleiner, der rechte sehr lang. Nackenlappen gross, ungeteilt. Genitalien waren noch nicht völlig entwickelt. Der Aussenzacken tritt am 24. Randzahne auf; die Randzähne fast gleichspitzig Formel 1. 9—10. 100. Kiefer mit grossem nach vorn und unten gerichteten Vorsprung.

X. vitellus Shuttl. Gorontalo, Celebes; A. B. Meyer leg. Rücken schwach gekielt; rechter Schalenlappen unvollkommen zweispaltig, linker Nackenlappen geteilt. Der Retractor penis setzte sich bei Exemplaren mit unausgebildeten Genitalien, wie gewöhnlich, an einem Blindsack an, bei einem völlig ausgebildeten Tier dagegen an einer zwischen zwei Stellen des Penis angebrachten Querbrücke. Kalkkörperchen oval, Zahnformel 1. 10. 400. Kiefer mit mittlerem runden Zahn.

X. fulvizona Mouss. Celebes; A. B. Meyer leg. Rücken schwach gekielt, Coecum retractoris verkümmert. In der Blase ein Spermatophor (s. Pfeffer, Archiv l. c. p. 425 und Taf. XIII.) Der mittlere Zungenzahn bedeutend kürzer, als der 1. Seitenzahn. Formel 1. 9—10. 70.

X. Wallacei Pfr. Celebes; A. B. Meyer leg. Rücken ungekielt. In der Blase ein Spermatophor (s. Pfeffer, Archiv. l. c. p. 425 und Taf. XIII). Zungenzähne und Kiefer gleich denen von N. vitellus. Formel 1. 10. x.

X. mindanaensis Semper, Phil. p. 61.

X. distincta Pfr. Bangkok; v. Martens leg. Schalenlappen fehlen; linker Nackenlappen in zwei weit von einander getrennte Läppchen geteilt. Genitalien mit sehr langer (10 mm) Knorpelpapille der Gl. mucosa und ungestielter Blase. Zungenzähne erst vom 80. an mit Aussenzacken versehen. Randzähne gleichspitzig. Formel 1. 18. 172. Kiefer mit nur nach vorn vorspringendem Zahn.

Die Beschreibung passt absolut nicht auf die Schnecke, die Semper (Phil. p. 62) beschreibt, sodass hier eine Differenz in der Bestimmung der Schalen anzunehmen ist.

Gattung Ariophanta Desmoulins.

Die Schalenlappen reduzieren sich innerhalb der Gattung; die Blindsäcke des Penis sind verschwunden, dagegen besitzt dieser im Innern eine Papille. Die Gl. mucosa hat besondere Anhangsdrüsen und ein Liebespfeil-artiges Gebilde entwickelt. Die Zähne reduzieren sich zu der bei Xesta ebenfalls auftretenden dreieckigen Form, zeigen jedoch mehr Verbindungsglieder zu typischen Gestalten.

Der Gattungsname ist von Desmoulins für A. laevipes aufgestellt. Nach der

sorgfältigen Beschreibung und bildlichen Darstellung kann man diese Schnecke zu Xestina oder hierher stellen. Da Férussac, dem die Weichteile s. Z. geschickt waren, nichts darüber veröffentlicht hat, so habe ich nach Schalencharakteren die laevipes in eine der anatomisch festgestellten Gruppen zu bringen gesucht. Bei der Musterung der Schalen des Berliner Museums zeigte sich alsbald, dass das Wachstum der Gehäuse beider Gattungen ein verschiedenes ist, indem die Radialsculptur, die ja den Wachstumsabsätzen parallel verläuft, bei Ariophanta in sehr spitzem, bei Xestina in fast rechtem Winkel auf die Naht stösst. Somit stellte sich heraus, dass A. laevipes in die eine der Gruppen gehört, für die Semper den Namen Ariophanta angewandt hat.

Die innere Gliederung der Gattung dürfte sich nach dem bekannt gewordenen Material folgendermaassen herausstellen.

Xestina-artige Ariophanten.

Randzähne zweispitzig.

a. Mittelzahn dreispitzig: A. javanica.

b. Mittelzahn mit tiefen Einkerbungen: A. nemorensis.

c. Mittelzahn ohne Zackenbildung: A. cidaris mit Aussenzacken, A. rareguttata ohne Zacken am 1. Seitenzahn.

Hemiplecta-artige Ariophanten.

A. Randzähne zweispitzig.

a. Mittelzahn dreispitzig: A. striata.

b. Mittelzahn ohne Zackenbildung: A. atrofusca.

B. Randzähne einspitzig.

a. Mittelzahn dreispitzig: A. Rumphii.

b. Alle Zähne einspitzig: A. explanata und A. Martini.

A. javanica Gray. Semper, Phil. p. 53.

A. nemorensis Müll. Semper, Phil. p. 51.

A. cidaris Lam. Timor, Gazelle. Fussseiten schräg gestreift, Schalenlappen fehlen; der linke Nackenlappen in zwei weit von einander abstehende Teilstücke zerfallen. Die vierlappige Anhangsdrüse der Gl. mucosa sitzt auf einem Stiel. Der Liebespfeil des vorliegenden Stückes schien nicht ganz entwickelt; er bestand aus Hornfasern, deren Enden locker nach allen Enden von ihm abstanden. Der Aussenzacken tritt am 19. Seitenzahn auf.

A. rareguttata Mss. Semper, Phil. p. 53.

A. striata Gray. Semper, Phil. p. 53.

A. atrofusca Alb. Semper, Phil. p. 54.

A. Rumphii v. d. Busch. Semper, Phil. p. 50.

A. explanata Q. G. Neu Irland; Gazelle. Nach den in der Schale eingetrocknet gewesenen Weichteilen liess sich constatieren, dass vom linken Nackenlappen wenigstens ein Stück vorhanden war. Die Genitalien waren unklar. Alle Zähne sind einspitzig; der 4.—8. Seitenzahn zeigt eine Einkerbung an Stelle des sonst vom Aussenzacken gebildeten Einschnittes. Formel 1. 8. 58. Kiefer mit nach unten vorspringendem Zahn.

A. Martini Pfr.; Sumatra; v. Martens. Fuss und Lappen wie A. cidaris. Die Gl. mucosa zeigt unterhalb der Papille sechszehn Warzenreihen; auf der langen Papille sitzt ein brauner, hornig erscheinender glatter Liebespfeil; eine chemische Untersuchung wollte ich bei dem einzig vorhandenen Exemplare nicht anstellen. Semper giebt ihn (s. A. Martini Pfr. = A. amphidroma Mrts, Semper l. c. p. 51) als kalkig an, eine Deutung, die das Aussehen meines Exemplars und der Befund von A. cidaris vorläufig nicht bestätigt. Penis oberhalb der Papille im Lumen mit drüsiger Streifung, in deren Masse dunkle, ziemlich unregelmassige Horngebilde eingelagert erschienen. Kiefer mit spitzig nach vorn und unten vorspringendem Zahn.

Gattung Hemiplecta Albers.

Die Anfangsglieder dieser Reductionsreihe stehen dem Typus der Familie verhältnismässig nahe, weitere Stationen scheinen zu Rhysota-artigen Befunden, d. h. zur Reduction sämtlicher accessorischen Familien-Charaktere zu führen. Wie weit der Umfang dieser Gattung ist und ob die hier aufgeführten Schnecken generisch zusammengehören, wage ich nicht zu behaupten.

H. isabellina Pfr. Ceylon; Nietner leg. Flagellum stark reduziert, Endpapille der Gl. mucosa lang. Zähne typisch; 1. Seitenzahn mit Innenzacken; Randzähne ungleichspitzig. Formel 1. 17. x.

H. siamensis Pfr. Petehaburi; v. Martens leg. Sohle dreiteilig; ein kleines Horn über der Schwanzdrüse; das äussere Stück des geteilten linken Nackenlappens verschwunden. Zähne typisch; der Innenzacken verschwindet erst bei den (ungleichspitzigen) Randzähnen. Der Mittelzahn war, wie der der vorangehenden Art, fehlgeschlagen. Formel 1. 16. 69. Vorsprung des Kiefers nur nach vorn, nicht nach unten gerichtet.

H. setigera Sow. Philippinen, A. B. Meyer. Fussseiten schräg gestreift. Hornbildung am Schwanzende ganz reduziert. Sohle der Farbe und zum Teil auch der Sculptur nach dreiteilig. Schalenlappen fehlend, Nackenlappen vorhanden. Genitalien ohne die Blindsäcke des Penis, jedoch mit Gl. mucosa; diese hat keine freie knorpelige Endpapille, sondern anstatt derselben eine festgewachsene Leiste. Innerhalb des Penislumens eine knorpelige durchbohrte Papille; unterhalb derselben ist die Innenwand dicht mit Wärzchen versehen, welche Horngebilde einschliessen. Das Receptaculum erscheint als eine Aussackung der Scheide. Die Mittelzähne differierten auf verschiedenen Stellen der Radula ziemlich bedeutend in der Abrundung ihres Scheitelteiles, waren aber überall typisch; die ersten Seitenzähne zeigten keinen, den äusseren oder beide Zacken. Der Mittelzahn war überall bedeutend kürzer als die seitlichen. Formel 1. 8. 32. Die von Semper (Phil. tab. VI) abgebildete Radula ähnelt absolut nicht der mir vorliegenden, sondern zeigt völlig den in dieser Reihe häufiger auftretenden Befund weitgehender Reduzierung, wie es auch nach meinem Exemplar bei H. gummata der Fall ist. Nun weist aber gerade diese Art nach Sempers Abbildung (Phil. tab. VI) ein viel typischeres Verhalten auf (mit Ausnahme des offenbar abnorm gebildeten Mittelzahnes), sodass sich meine Beobachtungen zu den Semperschen gerade umgekehrt

verhalten; es dürfte somit eine Vertauschung der Praeparate oder aber eine Differenz in den beiderseitigen Bestimmungen der Schale nicht als unmöglich angenommen werden (S. darüber die folgende Art). Kiefer mit zugerundetem, nach vorn und unten vorspringenden Mittelzahn. S. auch Semper, Phil. p. 76.

H. gummata Sow.; Libmanan, Jagor leg. Fussseiten gerunzelt, mit schwacher Andeutung paralleler Sculptur. Schwanzende mit ausserordentlich langem Horn. Fusssohle mit äusserst schwacher, dem kleinen Durchmesser paralleler Streifung an den Seiten. Der Mantelrand legt sich, innen glatt und aussen rauh und pigmentiert, als Saum um die Schalenmündung; zur linken Seite gehörig findet sich ein scheinbar über dem Fussrücken liegender, die Schale von unten polierender Schalenlappen, rechts nur das Rudiment eines solchen, welches sich jedoch, wie gewöhnlich, vorn an die Schale legt. Da nun der rechte Schalenlappen die Oberseite der Schale poliert, so findet sich bei dieser Schale auch oberhalb der Peripherie noch eine schmale glatte Zone. Die Gl. mucosa an den Geschlechtsteilen fehlt oder ist zu einem kleinen, rechts auf der Oberlippe mündenden Gebilde reduziert. Der Mittelzahn und meist auch der 1. Seitenzahn sind völlig zu den bekannten dreieckigen Formen reduziert; bei etlichen Reihen tritt der Aussenzacken am 1. Seitenzahn auf, verschwindet dann aber wieder, und von neuem sich etwa beim 30. zeigend, verbleibt er bis zu den ungleichspitzigen Randzähnen. Formel 1. 6.—10. c. 100. Kiefer mit Mittelzahn. S. auch Semper, Phil. p. 76.

H. bulla Pfr. Semper, Phil. p. 72,

H. semiglobosa Pfr. Semper l. c. p. 73.

Die beiden vorstehenden Arten mit gegitterter, unbehaarter Schale müssen wol, wenn man die Gattung Hemiplecta aufstellt, zu derselben gerechnet werden. Sie haben nach Sempers Untersuchungen keine Schalenlappen, einen geteilten linken Nackenlappen, keine Gl. mucosa und ziemlich weit reduzierte Zähne der Radula mit schwacher Zackenbildung resp. Einkerbungen an den betreffenden Stellen.

Gattung Rhysota Albers.

Sohle ungeteilt, Schalenlappen und Gl. mucosa fehlend, Zahnform stark reduziert. Diese Diagnose, welche sich, abgesehen von den Zähnen, nur auf eine Art, Rh. maxima, stützt, zeigt, wie bei den gegitterten Hemiplecten, den Befund äusserster Reduzierung der accessorischen Familiencharaktere ohne das Hinzutreten irgend eines positiven Merkmales an den Weichteilen. Die Abgrenzung beider Gruppen hat sich somit nach den Charakteren der Schale einzurichten.

Rh. dvitija O. Semper. Semper, Phil. p. 70. Die Zahnform dieser Art steht dem typischen Verhalten noch recht nah, ebenso die der folgenden.

Rh. porphyria Pfr. Semper l. c. pag. 70.

Rh. ovum Val. Semper l. c. p. 69.

Rh. maxima Pfr. Semper l. c. p. 69.

Gattung Euplecta Semper.

Sohle ungeteilt, Schalenlappen fehlend, Genitalien mit den typischen Anhangsgebilden und ausserdem mit einer eigentümlichen Schlingenbildung am Penis, Zähne annähernd typisch.

Semper giebt Phil. p. 14 die Sohle als dreiteilig an; nach der grösseren Anzal von Exemplaren, die zugleich mit den von Semper untersuchten gesammelt sind, kann ich dies nicht bestätigen. Es zeigten sich nur die bekannten Contractionserscheinungen, nämlich eine Mittelfurche mit darauf convergierenden seitlichen.

Das Vas deferens erweitert sich vor seiner Einmündung in den Penis; dieser bildet an einer Stelle eine Schlinge, deren Anfang und Ende bei Eu. subopaca und subconoidea durch Bindegewebe verbunden ist; bei Eu. Layardi dagegen setzt sich die äusserste Lage der Penisumhüllung über Anfang und Ende der Schlinge cotinuierlich fort, sodass die dunkler gefärbte Schlinge wie ein Anhangsgebilde aus dem Penis hervorgesprossen erscheint. Das Receptaculum ist bei den untersuchten Arten ungestielt. Die Zähne stehen den typischen ganz nah; eine geringere, derjenigen von H. setigera entsprechende Abweichung bietet Eu. subopaca.

Eu. subopaca Pfr. Ceylon; Nietner leg. Linker Nackenlappen geteilt mit kleinem, weit abstehenden äusseren Teilstück. Mittelzahn und Seitenzähne mit spitzen, schlanken, gradkantigen Mittelspitzen; 1. Seitenzahn mit Innen- und Aussenzacken. Zahnformel 1. 11. x. Kiefer mit sehr entwickeltem Mittelzahn. S. auch Semper, Phil. p. 14, dessen Resultate jedoch mit den meinigen nicht recht in Einklang zu bringen sind.

Eu. Layardi Pfr. Rambodde, Ceylon, Nietner leg. Mittelzahn mit breiter, convexkantiger Mittelspitze; 1. Seitenzahn mit Innenzacken. Zahnformel 1. 10. x. Kiefer mit kleinem Zahn. S. auch Semper, Phil. p. 15.

Eu. subconoidea Pfr. Rambodde, Nietner leg. Mittelzahn wie bei der vorigen, doch mit langer Mittelspitze. Seitenzähne mit Innen- und Aussenzacken. Formel 1. 9. x. (sehr wenig). Kiefer wie bei Eu. subopaca.

III. Gattung Eurypus Semper.

Schalenlappen (nach meinen Untersuchungen) fehlen, (nach Semper von verschiedener Grösse), der linke Nackenlappen geteilt; Fussrücken mit medianer, scharfer Furche, von der aus eine zierliche parallele Streifung die Fussseiten hinunter zieht. Sohle dreiteilig. Genitalien ohne Gl. mucosa, mit sehr kleinem Flagellum; Spermatophor gross, schraubenförmig, mit einem Kiel versehen. Zähne typisch, Randzähne ungleichspitzig. Siehe auch Semper, Phil. p. 36.

Ich habe früher (Naniniden p. 258) diese Gattung Aulacopus genannt, weil N. Hoyti Garr., die von N. casca Gld. nicht generisch geschieden werden kann, der flügelförmigen Ausbreitung des Fusses, welche Semper zu dem Gattungsnamen Eurypus bewogen hat, entbehrt, und habe demnach Eurypus als Subgenus zu der neuen Gattung gezogen. Die Befunde gewisser Helicarion und Macrochlamys lassen mich aber die

angeführten Charaktere nicht als etwas nur dieser Gattung eigentümliches erkennen, sodass der Sempersche Name, wenn er auch nur für eine Anzal von Arten völlige Berechtigung hat, besser bestehen bleibt.

Eu. Hoyti Garr. Taviuni, Gomea; Mus. Godeffroy. Fussrücken ohne die flügelförmige Ausbreitung. Spermatophor gross, mit sechs Windungen (s. Archiv l. c.). Zungenzähne typisch, die Seitenkanten des Scheitelteiles ein wenig eingedrückt. Erster Seitenzahn ohne Innenzacken. Formel 1. 13. 110. Kiefer mit stumpfem Mittelzahn.

Eu. cascus Gould. Viti, Mus. Godefroy. Fussrücken jederseits an der Mittelfurche mit einer dünnen, halbrautenförmigen, flugelartigen Ausbreitung. Spermatophor war nicht vollständig, zeigte anderthalb Windungen. Die Zähne zeigen an isolierten Reihen die typisch gerundete Rückenkante, sodass bei dem von Semper abgebildeten Stück ein Uebergang des Scheitelteiles in die Basalplatte unter Aufgebung der distincten Scheitelkante angenommen werden muss, wodurch freilich der Habitus ein sehr verschiedener wird. Einen Schalenlappen kann ich nicht constatieren; das Gebilde, welches Semper als einen solchen bezeichnet, möchte ich als den Saum ansehen, der den Schalenlappen, wenn sie als abgesetzte Stücke auftreten, als Basis dient. S. Semper, Phil. p. 37.

Eu. similis Semper, Phil. p. 37.

IV. Die Thapsia-Lamprocystis-Reihe.

Gattung Thapsia Albers.

Fuss, Mantellappen und Genitalien bis auf die fehlende Gl. mucosa typisch; Receptaculum kurz- oder nicht gestielt, hoch inseriert. Zähne typisch. Seitenzähne mit Innenzacken, Randzähne ungleichspitzig. Kiefer mit schwachem Mittelzahn. Der linke Nackenlappen scheint sich stets zu teilen.

Th. calamechroa Jonas. Aburi, Buchholz. Fussende nach hinten beilartig erhoben, Schwanzdrüsenöffnung hoch. Schalenlappen wol entwickelt. Nackenlappen dünn. Penis überall gleich dick. Innenzacken des ersten Seitenzahnes verhältnismässig tief inseriert. Formel 1. 15—16. 60.

Th. chrysosticta Morelet. Loango, Falkenstein. Fussende mit langem dunklen Horn. Penis nach unten allmählich verdickt; unterhalb der Insertion des Samenleiters eine stark entwickelte kalkführende Stelle. Receptaculum in der Mitte eingeschnürt (wie eine Cyprinoidenblase). Zungenzahnformel 1. 18. 35.

Th. indecorata Gould, Limbareni am Ogowe; Buchholz. Ohne die ausgeprägte kalkführende Stelle und die besondere Form des Receptaculums an den Genitalien; Flagellum ziemlich kurz, Coecum retractoris ganz reduziert; in den übrigen Merkmalen der letzten Art gleichend. Innenzacken des 1. Seitenzahns hoch inseriert. Formel 1. 14. 40.

Th. renitens, Morelet. Comoren; Hildebrandt. Receptaculum weit am Oviduct empor gerückt. Penis vor dem Eintritt in die lange, schmale Kloake plötzlich verdünnt. Zahnformel 1. 13. 81.

Th. troglodytes Morelet, Bonjongo, Buchholz. Rechter Nackenlappen beiderseits glatt, der linke geteilt, mit sehr schmalem äusseren Teil. Receptaculum gross, lang gestielt. Penis mit langem Flagellum, ohne Coecum, sehr dünn mit Ausnahme einer eiförmigen stark aufgetriebenen Stelle kurz vor der Einmündung in die dicke Kloake. Das untersuchte Exemplar zeigte keinen Retractor; dafür war das obere Ende der Scheide durch einen starken Muskel an der Wand des im Fuss ruhenden Teiles der Eingeweidehöhle befestigt, ein Befund, der wol abnorm ist. Formel 1. 21. x.

Gattung Lamprocystis nov.

Die Schalenlappen reduzieren sich innerhalb der Gattung, ebenso die Blindsäcke des Penis, Receptaculum ziemlich lang gestielt. Seitenzähne mit oder ohne Innenzacken. Kiefer mit schwachem Mittelzahn. Die Gattung scheint ovovivipar. Die Schale unterscheidet sich nicht wesentlich von der der vorangehenden Gattung.

Zu dieser Gattung, die sich direct an Th. indecorata anschliesst, scheinen die meisten der kleinen Arten zu gehören, die sowol auf den Südsee-Inseln, wie auf dem indischen Archipel und vielleicht auch dem Festlande leben. Sie werden häufig als Microcystis bezeichnet. Von den Arten jedoch, die Beck unter diesem Namen aufführt, ist noch keine anatomisch untersucht, und zwar sind die zuerst von ihm genannten, die also den Namen behalten müssten, westindisch und bereits abgetrennt.

L. excrescens Mouss. Fidji, Wessel. Beide Schalenlappen kurz, rundlich; der äussere Teil des gespaltenen linken Nackenlappens klein. Flagellum ganz klein, Coecum fehlend. Seitenzahn mit Innenzacken. Formel 1. 9. 22.

L. firmostyla Mouss. Rechter Schalenlappen compact, linker fehlend; linker Nackenlappen bis auf den Grund gespalten. Beide Blindsäcke des Penis klein, Kalkkörperchen überall im Innern des Penis. 1. Seitenzahn mit Innenzacken. Formel 1. 10—12. 30.

L. perpolita Mouss. Fidji, Mus Godeffroy. Fussende mit stumpfem Horn. Der Mantelrand ist ausserordentlich stark entwickelt und zieht sich weit über die Schale. Von ihm entspringt rechts ein langer zungenförmiger Schalenlappen, während der linke fehlt. Linker Nackenlappen geteilt; das äussere Teilstück verschwunden, das innere als medianes Läppchen ausgebildet. Genitalien mit einem nur als blasenförmige Ausstülpung erkennbaren Receptaculum. Penis kurz vor der Mündung eingeschnürt Im Oviduct fanden sich drei Junge. Zähne mit tief einschneidendem Aussenzacken; die letzten Randzähne ganz klein und undeutlich. Formel 1. 6—7. 34.

Diese Art unterscheidet sich von der von Semper (Phil. p. 43) beschriebenen Microcystis upolensis derart, dass eine Identität beider Arten, deren Möglichkeit Semper hinstellt, vorläufig nicht anzunehmen ist.

L. (Microcystis) myops Semper u. Dohrn. Semper l. c. p. 43. Die von Semper ausgesprochene Möglichkeit, dass er den linken Schalenlappen beim Zeichnen s. Z. übersehen habe, dürfte nach dem Verhalten der ganzen Gruppe wol nicht zuzugeben sein.

L. (M.) succinea Pfr. Semper l. c. p. 44. Der bei dieser Art von Semper angegebene linke Schalenlappen dürfte dieselbe Bildung sein, wie sie oben bei L. perpolita beschrieben ist. Da der rechte Schalenlappen nicht etwa auf derselben Höhe wie der Saum, sondern von demselben entspringt, so kann man das fragliche Gebilde nicht gut als Homologon des sonst in der Unterfamilie auftretenden linken Schalenlappens halten.

L. (M.) upolensis Mss. Semper l. c. p. 44.

L. (M.) palaeensis Semper l. c. p. 45.

Microcystis molecula Benson. Diese Art ist von Stoliczka (Journ. Asiat. Soc. Vol. XL 1871 p. 251) in ihrem anatomischen Verhalten beschrieben. Die Genitalien stimmen völlig zu dieser Gruppe, wenn man sich das Receptaculum hinzu denkt, welches Stoliczka als fehlend angiebt; dies ist jedoch keinesfalls anzunehmen (s. Semper, Mal. Bl. 1872 p. 183). Die von Stoliczka abgebildeten fünfspitzigen Zungenzähne sind natürlich Täuschungen, hervorgebracht dadurch, dass die Praeparate mit der Basalplatte nach oben lagen. Die gleichen Täuschungen finden sich noch bei seinen Abbildungen von Conulema infula und Rotula anceps in demselben Heft, von Helicarion permollis im 52. Bande von 1873.

V. Reihe der Trochonanina-artigen Nanininen.

Die letzte der aus dem bekannt gewordenen Material sich ergebenden Reihen beginnt mit Befunden, die sich im allgemeinen an die der vorigen Reihe anschliessen, differenziert sich aber schliesslich zu Absonderlichkeiten, die sie nicht unbeträchtlich von den übrigen Familienmitgliedern entfernen.

Die Sohle ist immer dreiteilig, die Schalenlappen in verschiedener Ausbildung vorhanden; eine Gl. mucosa fehlt stets; der Penis hat nie einen Retractor im gewöhnlichen Sinne, und zeigt eine Anhangsdrüse. Der Genitalapparat der am weitesten differenzierten Formen lässt das Stattfinden einer Selbstbefruchtung annehmen. Die Zähne typisch, die Randzähne gleichspitzig. Die Genitalien dieser Gruppe habe ich im Archiv für Naturgeschichte 1877 p. 420 ff. Tab. XIII beschrieben und abgebildet.

Die Merkmale des Penis zusammen mit denen der Schale ergeben die Zusammengehörigkeit der hierher gerechneten Schnecken; sie weichen aber im Einzelnen derart von einander ab, dass es sich doch empfehlen dürfte, Gruppen zu bilden und sie zu benennen, wenngleich zu erwarten steht, dass sowohl in ihrer Begrenzung wie in der Diagnose Verschiebungen eintreten werden.

Gattung Martensia Semper.

Rechter Schalenlappen fehlt, der linke in zwei Hälften zerfallen, Penis mit einem Flagellum-artigen Anhang und einer Anhangsdrüse, am oberen Teil des Uterus festgehoften. Ostafrikanisch.

M. mossambicensis, Tette, Peters leg. Semper hat Phil. p. 42 eine Beschreibung dieser Schnecke gegeben, doch fasse ich, durch die Untersuchung von anderen Mitgliedern der Reihe bewogen, manches anders auf. S. darüber Archiv f. Naturg. l. c. p. 421. Die von mir praeparierten Zähne weichen besonders in Ansehung der Rückenkante von den Abbildungen Sempers ab; sie zeigen eine durchaus typische Form. Formel 1. 10. x.

Gattung Inozonites nov.

Mantellappen vollständig vorhanden. Genitalien ganz einfach, nur der Penis mit einem terminalen drüsigen Sack, der mit einer Muskel am oberem Ende des Uterus festsitzt. Indisch.

I. filocinctus Pfr. Libmanan, Jagor. Fuss grade abgestutzt, ohne Horn, Schalenlappen zungenförmig; rechter Nackenlappen gross, linker geteilt, beide Teilstückchen ganz rudimentär. Genitalien s. Archiv l. c. p. 421. Der Mittelzahn der Radula zeigte keine Zacken, aus der Gliederung desselben sieht man jedoch, dass die Zacken ziemlich weit oben, nicht aber, wie bei den Xesta-artigen, erst nachdem sie weit herabgeglitten, verschwunden sind. Im übrigen zeigt der Mittelzahn die typische Rundung des Scheitelteiles und eine schlanke Spitze. Merkwürdigerweise ist es der Innenzacken, der in der Querreihe zuerst auftritt; beim achten Seitenzahn hinwiederum, wo dieser verschwunden ist, erscheint der äussere, der bis zu Ende verbleibt. Anscheinend ist diese Radula individuell unnormal. Randzähne gleichspitzig. Formel 1. 10. x.

Gattung Trochonanina Mousson.

Zungenförmig ausgebildete Schalenlappen sind nicht vorhanden, dagegen legt sich das sehr entwickelte Basalstück des rechten an die Schale. Der linke Nackenlappen ist geteilt, das äussere Teilstück steht sehr weit nach links, das innere, mediane, ist schwach entwickelt. Genitalien ausser der Anhangsdrüse des Penis ganz einfach; ein oberer Teil des letzteren an einen unteren festgehoften, sonst keine Andeutung eines Retractors. Polynesisch.

T. radians Mss. Fidji, Mus. Godeffroy, Genitalien s. Archiv l. c. p. 421. Die Randzähne sind gleichspitzig, Formel 1. 11. 40. Binney giebt (Ann. Lyc. Nat. Hist. N. York XI. p. 168) als Formel 1. 8. 32 und die Randzähne als dreispitzig an. Letzteres ist nicht nur für die Unter-Familie, sondern für die Oxygnathen überhaupt etwas ganz ungewöhnliches; die grade Scheitelkante der Zähne dürfte auf optischer Täuschung beruhen.

T. Schmeltziana Mss. Fidji, Mus. Godeffroy. Genitalien s. Archiv l. c. p. 421. Die Zunge unterscheidet sich durch die geringe Zahl der Seitenzähne und die grosse Breite der Querreihen auffällig von dem mir vorliegendem Exemplar der T. radians. Der Innenzacken ist nicht ausgebildet, der Aussenzacken ein wenig gerundet. Zähne vom zehnten an gleichspitzig. Formel 1. 6. 214.

Gattung Trochozonites nov.

Unter obigem Namen fasse ich die mir vorliegenden zwei westafrikanischen Trochonaninen zusammen. Eine eigentliche Diagnose ist nicht recht zu geben, weil die Befunde der Genitalien weit von einander abweichen und nur die ausserordentliche Absonderlichkeit ihrer Bildung gemein haben. Die Abweichungen sind so gross, dass man in anderen Fällen nicht anstehen würde, die beiden Arten generisch zu trennen. Es ist aber eine ganz allgemeine Erscheinung, dass, wenn ein Charakter bei einer Gruppe in so starkes Schwanken gerät, dass sich ganz absonderliche Befunde ergeben; dass dann eine continuierliche Differenzierungs-Reihe ganz aufhört und ein regelloses Schwanken nach allen Seiten hin stattfindet. Man kann solche Fälle allenthalben constatieren und sie sind meist frappanter, als z. B. der Allen bekannte Befund der Halswirbel bei den Faultieren, wo, nachdem einmal die constante Zahl sieben verlassen ist, nicht nur auf der einen Seite eine Vermehrung auf acht und neun, sondern andrerseits wieder eine Verminderung auf sechs eingetreten ist.

T. percarinatus Mrts.; Bonjongo, Buchholz. Mantelsaum sehr entwickelt, rechts und links Schalenlappen. Fussseiten schwach gestreift, Schwanzende mit Horn. Genitalien s. Archiv l. c. p. 421. Der Schlundkopf des einzigen Exemplares ist verloren gegangen, sodass die Radula nicht beschrieben werden kann.

T. ibuensis Pfr, Bonjongo, Buchholz. Fuss wie bei T. percarinatus. Linker Schalenlappen fehlend, vom rechten das wol entwickelte Basalstück vorhanden, woran sich ein dreieckiges Läppchen von etwa ½ mm ansetzt. Linker Nackenlappen geteilt; das innere Stück ziemlich entwickelt, das äussere saumförmig. Genitalien s. Archiv l. c. p. 422. Erster Seitenzahn ohne Innenzacken. Formel 1. 13. 87.

Die sonst noch in der Litteratur sich vorfindenden Arten, über deren Stellung ich, besonders wegen des geringen Schalen-Materiales im hiesigen Museum, mir keine Klarheit verschaffen konnte, sind die folgenden:

Gattung Macrochlamys Benson.

M. stephoides Stol. l. c. 1871, pag. 248.

Gattung Rhysota Albers.

Rh. cymatium Benson, Stol. l. c. 1873, p. 11.

Gattung Macroceras Semper.

M. spectabilis Pfr. Semper l. c. p. 49.

Gattung Rotula Albers.

R. coelatura Fér. Semper l. c. p. 39.
R. rufa Less. Semper l. c. p. 39.
R. Massoni Behn. Semper l. c p. 40.
R. Campbelli Gray. Semper l. c. p. 40.
R. philyrina Mor. Semper, Tab. VI, Fig. 35.
R. anceps Gould. Stol. l. c. 1871 p. 229.
R. bijuga Stol. l. c. 1873 p. 14.

Gattung Sitala (Conulema) Stol.

C. infula Bens. l. c. 1871.
C. attegia Stol. l. c. 1871 p. 237.
S. carinifera Stol. l. c. 1873 p. 16.

Gattung Sesara Albers.

S. infrendens Gould Stol. l. c. 1871 p. 242.
S. pylaica Bens. Ebenda.

Gattung Trochomorpha Albers.

T. castra Bens. Stol. l. c. 1873 p. 21.
T. timorensis Mrts. Ebenda.

Gattung Sophina Benson.

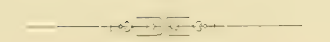
S. Calias Stol. l. c. 1871. Binney u. Bland, Amer. Journ. Conch. 1871 p. 188.
S. forabilis Bens. Stol. l. c. 1871 p. 257.
S. discoidalis Bens. Stol. l. c. p. 258.
S. coniungens Bens. Stol. l. c. p. 259.

Nanina cultrata Gould, Binney u. Bland, Amer. Journ. Conch. 1871 p. 188.

Die Grundlagen der Photometrie

von

Dr. Hugo Krüss.



Die Grundlagen der Photometrie

von

Dr. Hugo Krüss.

Die elektrische Beleuchtung nimmt in immer grösseren Umfange den Wettſtreit auf mit den bisher üblichen Beleuchtungsarten durch Verbrennen von Gas, Oel und Kerzen. Ueberall, wo in dieſem Kampfe eine Entscheidung getroffen werden, wo also die Grösse der Leistungen der verschiedenen Lichtquellen ziffermässig ermittelt werden soll, sind photometrische Messungen erforderlich. In Folge dessen hat sich auch die 3. Section des Congresses der Elektriker in Paris im September 1881, welcher die Frage der elektrischen Beleuchtung zugetheilt worden war, vor Allem über die geeigneten photometrischen Methoden Klarheit verschaffen müssen. Hierbei hat sich herausgestellt, dass die Meinungen der Mitglieder dieser Section über diesen scheinbar so einfachen Punkt sehr auseinander gingen; man hat sich nicht über die eine oder die andere Methode einigen können und deshalb die weitere Bearbeitung dieser Frage einer internationalen Commission übergeben mit der Directive, einheitliche Normen für photometrische Messungen aufzustellen, hauptsächlich für diejenige des elektrischen Lichtes.

Es fehlen bisher geeignete Normallichtquellen von genügender Constanz, es fehlen Methoden der Vergleichung, welche von allen Seiten Anklang finden. Dagegen hört man vielfach die Klage, dass man die Genauigkeit photometrischer Messungen von dem Urtheil abhängig machen müsse, welches man mit dem Auge, »einem so unvollkommenen und unempfindlichen Instrumente«, habe und daran schliessen sich die vielen Versuche, bei photometrischen Bestimmungen den physiologischen Vorgang im Auge durch einen physikalischen oder chemischen Process ersetzen zu wollen. Gerade diese Versuche haben viel zur Verwirrung in der so einfachen Frage beigetragen. Das Auge ist schlechterdings nicht zu entbehren bei Helligkeitsbestimmungen, es entbehren zu wollen ist eine Verirrung. Die Wahrheit dieser Behauptung ist leicht einzusehen, wenn man sich die Bedeutung der Begriffe »Leuchten«, »Licht«, »Helligkeit« klar macht. Will man überhaupt fortschreiten in einer Wissenschaft, so darf über die Grundbegriffe derselben, über ihre Grundlagen, keine Unklarheit mehr herrschen; diese in Bezug auf die Photometrie zu zerſtreuen, ist der Zweck der nachfolgenden Erörterungen.

I.

Nach der Undulationstheorie besteht das Licht in der Fortpflanzung oscilatorischer Bewegungen der kleinsten Theile eines hypothetischen Mittels, des Aethers.

Die qualitative Verschiedenheit dieser Bewegungen wird hervorgerufen durch die verschiedene Dauer der Oscilationen. Da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Aetherschwingungen dieselbe ist für Oscillationen von grosser oder von kleiner Dauer, so resultirt hieraus, dass die Wellenlängen der Schwingungen von verschiedener Dauer verschieden sein müssen. Ferner zeigt die Dioptrik, dass Lichtschwingungen von verschiedenen Wellenlängen eine verschiedene Brechbarkeit besitzen. Dauer der Schwingung, Wellenlänge und Brechbarkeit sind demgemäss qualitative Charaktere des Lichtes.

Die Wellenlänge des Lichtes vermögen wir zu bestimmen durch die bekannten Methoden der Beugungs- oder Interferenz-Beobachtungen, bei welchen zwei Strahlen von verschiedener Länge hergestellt werden, deren Wellenzahlen eine bekannte Differenz gegen einander besitzen. Aus der Länge der von den beiden Lichtstrahlen durchlaufenen Wege und der Grösse der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes lassen sich dann die Wellenlänge und die Dauer der Schwingung höchst einfach berechnen.

Als Mass der Intensität des Lichtes nimmt man die lebendige Kraft der Aethertheilchen an, welche dem Quadrate der Geschwindigkeit derselben proportional ist. Es lässt sich zeigen, dass sie in Folge dessen auch proportional ist dem Quadrate der Amplitude der Schwingung.

Die quantitative Verschiedenheit der oscilatorischen Bewegung wird demgemäss hervorgerufen durch die verschiedene Grösse der Verschiebung, welche die einzelnen Theile des schwingenden Mittels erleiden. Die Amplitude der Schwingungen ist also ein quantitativer Charakter des Lichtes. Ihre Grösse kann aber nicht wie die Wellenlänge gemessen werden. Um ein Urtheil über die Quantität des Lichtes zu gewinnen, nimmt man an, dass sie proportional sei der Grösse der Wirkungen, welche das Licht ausübt.

Dieser Wirkungen des Lichtes unterscheidet man drei: die thermische, die chemische und die erleuchtende Wirkung.

Früher hat man die Lichtstrahlen selbst nach diesen verschiedenen Wirkungen unterschieden in Wärmestrahlen, in chemisch wirkende und in leuchtende Strahlen und sie sogar ihrer Brechbarkeit nach getrennt, indem man annahm, die Wärmestrahlen seien die mindest brechbaren, die chemisch wirkenden die brechbarsten und den leuchtenden komme eine mittlere Brechbarkeit zu. Es lässt sich aber nachweisen, dass im ganzen Bereiche des sichtbaren Spectrums sowohl eine erwärmende als eine chemische Wirkung der Lichtstrahlen vorhanden ist. Während allerdings bei den gewöhnlich in der Photographie angewendeten Substanzen das Maximum der chemischen Wirksamkeit am brechbarsten Ende des Spectrums liegt, ist bei Anwendung passender Substanzen das Maximum der chemischen Wirkung der Lichtstrahlen sogar

in Roth zu finden. Draper, D. W. Pfeffer und Gerland haben gefunden, dass die Sauerstoffabscheidung aus den grünen Pflanzen am lebhaftesten im gelben und im grünen Lichte erfolge.

Ebenso liegt das Maximum der Wärmewirkung allerdings in Ultraroth, wenn man zur Erzeugung des Spectrums Prismen und Linsen aus Glas verwendet, mit einem Wasserprisma fand Seebeck aber das Maximum der Wärmewirkung in Gelb und Draper's Versuche an einem Beugungsspectrum ergaben die gleiche Wärmemenge in demjenigen Theile des Spectrums, welcher zwischen dem Fraunhofer'schen Linien A und D liegt, wie in demjenigen zwischen den Linien D und H. Mouton kam durch durch sorgfältige Messungen der Vertheilung der Wärme im normalen Spectrum des Sonnenlichtes unter Berücksichtigung der durch die Verschiedenheit der Dispession erzeugten Anomalien zu dem Ergebniss, dass das Maximum der Wärmeintensität beim Sonnenspectrum nicht im ultrarothen Theile, sondern zwischen C und E, also an der hellsten Stelle des Spectrums liege.

Lockyer sagt: »Die Curven, durch welche man die Maxima der Wärme, der der Helligkeit und der chemischen Wirksamkeit in den Lehrbüchern bezeichnet findet, bezeichnen nach meiner Ansicht nichts Anderes als gewissermassen die Absorptionsspectra derjenigen Substanzen, durch welche die Maxima bestimmt wurden — sei es Lampenruss, die Netzhaut des Auges oder ein Silbersalz — und die von der Natur des Lichtes ganz unabhängig sind.«[1]

Es sind demgemäss die verschiedenen Arten der Wirkungen der Lichtstrahlen nicht bestimmte Eigenschaften der Aetherschwingungen, sondern diese verschiedenen Arten der Wirkungen hängen ab von den Eigenschaften derjenigen Körper, welche die Lichtstrahlen aufnehmen. *Es giebt nur eine Art von Aetherschwingungen*, ein und derselbe Lichtstrahl kann wärmend, chemisch und leuchtend wirken.

Wir sind nun aber nicht berechtigt, aus der Stärke der einen dieser Wirkungen, welche wir etwa bestimmen, auf diejenige der anderen Wirkungen zu schliessen. Hat nämlich ein Lichtstrahl seine Fähigkeit, z. B. eine Wärmewirkung zu verursachen, bereits ausgeübt, indem man ihn etwa durch eine Schicht einer Alaunlösung treten liess, so ist klar, dass die erwärmende Kraft desselben bedeutend kleiner geworden ist, während die leuchtende und die chemisch wirkende fast unverändert geblieben sind. Alle Lichtstrahlen aber, mit welchen wir experimentiren, haben durch Absorption in den Medien, welche sie bereits durchlaufen haben, schon wärmend, chemisch oder leuchtend gewirkt, jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach diese drei Wirkungen in verschiedenem Masse ausgeübt.

Andererseits hängt aber nicht nur die Art der Wirkung, sondern auch ihre Stärke von den Eigenschaften derjenigen Körper ab, welche die Lichtstrahlen aufnehmen, so dass auch aus diesem Grunde aus der Stärke der ausgeübten chemischen Wirkung etwa nicht geschlossen werden kann auf die Stärke der Wärmewirkung, welcher dieselben Strahlen fähig gewesen sein würden.

---

[1] Studien zur Spectralanalyse Leipzig 1879 p. 99.

II.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs wir unter Photometrie, d. h. unter Messung der Quantität der Aetherschwingung, die Bestimmung der Stärke sowohl der wärmenden, wie der chemischen, als auch der leuchtenden Wirkung des Lichtes verftehen können.

Das hervorragendste Interesse liegt für uns in der Bestimmung der Stärke der leuchtenden Wirkung des Lichtes? Wir verstehen darunter einzig und allein diejenige Wirkung der Lichtstrahlen auf unser Auge, welche zur Ursache einer Gesichtsempfindung für uns wird.

Wir wissen wohl, dass einerseits der Blinde ebenfalls eine Wirkung der Lichtstrahlen in seinem Auge verspüren wird, nämlich die erwärmende, und dass andererseits nach einer Hypothese gerade diejenige Einwirkung der Strahlen auf das Auge, welche die Gesichtsempfindung hervorruft, chemischer Art sein soll. Aber doch nur dann, wenn der durch die Lichtstrahlen in der Substanz der Retina erzeugte Process, sei er nun chemischer, elektrischer oder anderer Natur, die Gesichtsempfindung wirklich zur Folge hat, können wir von einer leuchtenden Wirkung des Lichtes reden.

Um möglichen Missverständnissen vorzubeugen, wollen wir nicht unerwähnt lassen, dass die Aetherschwingung, welche zur Ursache der leuchtenden Wirkung werden kann, natürlich auch dann vorhanden ist, wenn zufällig kein Auge sie empfindet, also etwa im Inneren eines Glühofens oder in der menschenleeren Wüste; die leuchtende Wirkung hängt natürlich nicht davon ab, ob sie wirklich erfahren wird, sondern nur davon, dass es möglich ist, sie zu erfahren.

Die Quantität des Lichtes in Bezug auf seine leuchtende Wirkung bezeichnet man mit dem Worte Helligkeit. Hell bedeutet eigentlich nur viel Licht, wie dunkel wenig Licht bedeutet; in der Physik pflegt man aber stets nur die positiven Bezeichnungen der Quantität als Ausdruck für deren Mass zu benutzen, man spricht z. B. selbst bei Bestimmung der Temperatur der Nordpolgegenden von minus so und so viel Grad Wärme. Wärme und Kälte, Helligkeit und Dunkelheit sind nur relative Begriffe für uns; dieselbe Temperatur unserer Zimmer erscheint uns im Winter warm, im Sommer kühl und die colossale Helligkeit der elektrischen Beleuchtung ist dunkel im Vergleich zu intensivem Sonnenlicht. Sprechen wir also im Folgenden von Helligkeit, so wollen wir wie üblich darunter das Mass der leuchtenden Wirkung der Lichtstrahlen verstehen.

Aus dem bisher Gesagten folgt, dass es allerdings eine physikalische Definition der Intensität der Aetherschwingungen giebt, dass wir dieselbe aber nicht direct messen können wie die Wellenlänge, sondern nur die Stärke der Wirkungen der Aetherschwingungen. Die Art dieser Wirkungen hängt ab von der Substanz, auf welche gewirkt wird. Es findet eine erleuchtende Wirkung statt, wenn sie in unserem Sehorgan eine Gesichtsempfindung zur Folge hat. Hieraus folgt, dass nur das Auge

im Stande ist, Helligkeiten zu messen; die Grösse der Helligkeit kann nur der Stärke der Lichtempfindung im Auge proportional gesetzt werden.

Allerdings wissen wir, dass die Grösse der Lichtempfindung im Auge nicht immer proportional der physikalischen Reizung ist. Wenn die Grösse der Lichtstrahlung auf physikalischem Wege (also etwa durch Entfernung oder Annäherung der Lichtquelle) unter oder über eine gewisse Grenze gebracht wird, so folgt die Stärke der Lichtempfindung nicht in demselben Masse. Diese Thatsache ist aber nach unserer Meinung keineswegs geeignet, angeführt zu werden gegen die Annahme des Auges als oberste Instanz bei Helligkeitsbestimmungen. Denn was eben vom Auge nicht mehr als Helligkeit empfunden wird, kann als solche auch nicht mehr bezeichnet werden. Dieses zeigt sich uns am besten, wenn wir die Sache von der praktischen Seite aus betrachten. Wird eine Lichtquelle so schwach oder wird sie so weit entfernt, dass das menschliche Auge keine Helligkeitsempfindung mehr durch sie empfängt, so herrscht in der That für uns absolute Dunkelheit, wenn auch theoretisch die noch vorhandene Helligkeit als kleine Grösse bestimmbar ist; und wenn andererseits die Lichtempfindung im Auge hervorgerufen durch eine Lichtquelle in 1 Meter Entfernung nicht 10000 Mal so gross ist als diejenige hervorgerufen durch dieselbe Lichtquelle, wenn sie sich in 100 Meter Entfernung befindet, so ist in der That die Helligkeit nicht 10000 Mal so gross. Die Stärke der Ursache ist in diesem Falle allerdings 10000 Mal so gross, die Helligkeit ist aber Wirkung dieser Ursache und braucht deshalb nicht direct proportional derselben zu sein.

Wenn also die Helligkeit einer Lichtquelle von der Lichtempfindung abhängig ist, welche sie im Auge hervorruft, so lässt sich in der That nicht leugnen, dass dadurch eine grosse Unsicherheit in die praktische Bestimmung von Helligkeiten, in die Methode der photometrischen Messungen gebracht wird. Ist das Auge einmal nicht zu entbehren, so hängt die erreichbare Genauigkeit ab von der Empfindlichkeit der Retina des Beobachters und diese ist natürlich individuell verschieden, sie ist sogar bei demselben Individuum Schwankungen unterworfen je nach dem Zustande, in welchem sich der ganze Organismus befindet.

Es ist deshalb begreiflich, dass man immer und immer wieder versucht hat, zum Zwecke der Helligkeitsmessungen die physiologische Wirkung durch eine physikalische oder chemische zu ersetzen, wenn es auch unverzeihlich ist, dass man dabei die richtige Definition des Wortes Helligkeit resp. leuchtende Wirkung des Lichtes stets gänzlich übersah. Dieser Versuche lassen sich eine grosse Anzahl aufführen. Das Zöllner'sche Scalenphotometer benutzt das Princip des Crookes'schen Radiometers, das Siemens'sche Scalenphotometer die Veränderung des Leitungswiderstandes bei Bestrahlung; auf dem im Herbst 1881 in Paris stattgefundenen Congress der Elektriker tauchten bei der Frage der Helligkeitsbestimmung des elektrischen Lichtes eine ganze Reihe derartiger Projecte auf, welche zum Theil von den grössten Gelehrten herrührten, z. B. Becquerel's electrochemisches Aktinometer, bei welchem die Eindrücke des Lichtes auf die Retina ersetzt werden sollen durch die chemische Wirkung des Lichtes auf eine Schicht Chlorsilber. Aber gerade dort zeigte sich in

dieser Beziehung die allergrösste Verwirrung, hervorgerufen durch die falsche Meinung, man müsse das Auge durch eine physikalische Wirkung ersetzen können.

Die Unmöglichkeit dieses Beginnens tritt schon in dem Augenblicke an uns heran, wenn wir entscheiden sollen, ob ein solches physikalisches oder chemisches Photometer wirklich als Mass der Helligkeit benutzt werden kann, ob die auf dasselbe ausgeübte und von demselben angezeigte Wirkung in irgendeinem constanten Verhältniss zur leuchtenden Wirkung der Lichstrahlen stehe. Ueberlegt man sich die Sache richtig, so kann hierüber wiederum nur das Auge allein entscheiden, weil die Grösse der Lichtempfindung in demselben einzig und allein massgebend für die Grösse der Helligkeit ist. Hier liegt am nächsten zu erwiedern, man mache diese Prüfung in der Weise, dass man untersuche, ob das Instrument bei Einwirkung derselben Lichtquelle stets dasselbe Resultat ergebe und ob es ferner z. B. bei Benutzung von vier Kerzen anstatt einer einzigen eine dementsprechend grössere, hier also vier Mal so grosse, Helligkeit erkennen lasse.

Das Bedenkliche des eben angedeuteten Versuches liegt nun darin, dass nur Aetherschwingungen von derselben Wellenlänge engewendet werden, nur Lichtquellen derselben Art, in welchen die Zusammensetzung der Strahlen nach den verschiedenen Theilen des Spectrums dieselbe ist. Man wird aber gewiss nach Vornahme eines solchen Versuches nicht behaupten können, dass ein solches Photometer auch richtige Resultate ergiebt, wenn mit demselben zwei in ihrer Zusammensetzung vollkommen verschiedenartige Lichtquellen in Bezug auf ihre Helligkeit mit einander verglichen werden sollen, wie z. B. ein Gasbrenner und der elektrische Flammenbogen. Denken wir uns als Beispiel für diesen Fall einen der vorgeschlagenen Photometer, welcher auf der chemischen Wirkung des Lichtes auf ein Silbersalz beruht, so wird dieses eine zu grosse Helligkeit für das elektrische Licht ergeben wegen dessen Reichthum an Aetherschwingungen von kurzer Wellenlänge, für welche das Silbersalz empfindlicher ist als für solche von längerer Wellenlänge.

Was von vornherein zu erwarten stand, dass erkennen wir wiederum aus dem Vorhergehenden: dass wir nur mittelst des menschlichen Auges allein im Stande sind, nach Massgabe der Stärke seiner Lichtempfindung auf die Grösse der Helligkeit zu schliessen. Nun wissen wir aber, dass das Auge durchaus nicht im Stande ist, bei zweien von demselben empfundenen Eindrücken, welche von einander verschieden sind, genau anzugeben, in welchem mathematischen Verhältniss die Stärken der Empfindungen zu einander stehen. Es kann nur urtheilen, dass die eine Empfindnng stärker sei als die andere. Dieses könnte uns aber bei photometrischen Messungen nichts nützen. Deshalb müssen alle photometrischen Methoden so eingerichtet sein, dass zwei Empfindungen hervorgerufen werden, welche das Auge als nicht verschieden in ihrer Stärke, sondern als gleich beurtheilt. Es handelt sich also stets um Herstellung gleicher Helligkeiten auf physikalischem Wege, durch Schwächung der helleren Lichtquelle mittelst irgend eines Verfahrens, welches die stattgefundene Schwächung zu berechnen erlaubt.

III.

Ebenso wie man bei Bestimmung der Gesammtintensität einer Lichtquelle darüber geklagt hat, dass man durch Benutzung des Auges zur Messung kein richtiges Urtheil über die wirkliche Helligkeit gewinne, ebenso steht es auch bei der Bestimmung der Intensitätscurve des Spektrums.

Welcher Art auch die Methode einer solchen Bestimmung war, ob man wie Fraunhofer[1] die Helligkeit der einzelnen Theile des Spektrums verglich mit derjenigen einer Normallichtquelle, oder wie Vierordt[2] die Empfindlichkeit des Auges in Bezug auf die Beimischung von reinem Weiss zu einer Spektralfarbe dazu benutzte, immer findet man die Bemerkung, dass man durch solche Methoden keine mechanische Spektralintensitätscurve finde, sondern nur eine physiologische Curve.

Immer und immer wieder wird auch in diesem Falle vergessen, dass Lichtstärke und Helligkeit Begriffe sind, zu deren Definition unbedingt die subjektive Empfindung unseres Sehorgans herbeigezogen werden muss. Es giebt keine objektive Lichtstärke, d. h. keine Lichtstärke ausser uns, unter Nichtberücksichtigung unseres Auges. Es ist Helligkeit etwas Anderes als mechanische Energie der Aetherschwingungen, deshalb kann man nie eine Helligkeitscurve des Spektrums finden, welche objektiven Werth im physikalischen Sinne hat. Andererseits ist man aber auch nicht berechtigt, wie Dietrich[3] solches thut, an Stelle der physiologischen Curve eine mechanische zu setzen, welche auf Untersuchungen des Spektrums mittelst einer Thermosäule beruht, wenn es sich, wie in dem vorliegenden Falle der quantitativen Spektralanalyse um eine Methode handelt, welche auf Helligkeitsmessungen beruht, d. h. auf der mittelst unseres Auges getroffenen Entscheidung, dass zwei gleichzeitig empfundene Helligkeiten einander gleich sind, wenn die Eindrücke auf unser Sehorgan die gleichen sind.

Das Verhältniss der Helligkeiten der verschiedenen Theile des Spektrums zu einander kann also nur vermittelst des Auges bestimmt werden; nur auf diese Weise erlangt man eine Helligkeitscurve des Spektrums; sie muss demgemäss eine physiologische Curve sein, sie ist subjektiv, individuell, sie ist nicht nur bei verschiedenen Personen verschieden, sondern auch bei einem und demselben Individuum zeitlich variabelen Einflüssen unterworfen.

Wird eine solche Untersuchung aber mit Hülfe von Augen gemacht, welche in Bezug auf die Farbenempfindung als normal angesehen werden können, so wird die erlangte Helligkeitscurve des Spektrums auch eine allgemeinere Bedeutung beanspruchen dürfen.

Es gilt aber auch hier vor Allem, an der Nothwendigkeit der Benutzung des Auges zu solchen Bestimmungen festzuhalten und die Sachlage nicht dadurch zu trüben, dass wir fortwährend die Grundbegriffe verwechseln und so die Hoffnung

[1] Denkschriften d. Bayr. Akad. d. Wiss. 1815, p. 195.

[2] Anwendung der Spektralanalyse etc. Tübingen 1871, p. 51.

[3] Die Anwendung des Vierordt'schen Doppelspaltes. Stuttgart 1881, p. 8.

nähren, auf anderem als physiologischen Wege in der vorliegenden Frage zur Erkenntniss zu gelangen. Anderenfalls werden wir anstatt vorwärts zu schreiten, nur die Entwickelung der Wissenschaft aufhalten.

Einen der schwierigsten Punkte der Photometrie haben wir bereits oben berührt, das ist die Vergleichung der Helligkeit zweier Lichtquellen von verschiedener Farbe.

Wir wissen, dass die Stärke der Lichtempfindung eine verschiedene ist für Licht von verschiedener Farbe, von verschiedener Wellenlänge. Gelb und Roth machen den stärksten Eindruck auf das menschliche Auge, weshalb auch die frühesten Ausdrücke für Farben in den Sprachen der Völker diejenigen für Gelb und Roth sind. »Gelb führt in seiner höchsten Reinheit immer die Natur des Hellen mit sich«[1], »so wie Gelb immer ein Licht mit sich führt, so kann man sagen, dass Blau immer etwas Dunkles mit sich führe«.[2]

»The yellow and orange coulours affect the senses more strongly than all the rest together, and next to these are the red and green. The blue compared with these is a faint and dark colour, and the indigo and violet are much darker and fainter.«[3]

Da wir nun aber bei der Definition des Wortes Lichtstärke, diese nicht proportional der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen, sondern nur abhängig von der Grösse der Empfindung in unserem Auge gesetzt haben, so würde diese physiologische (oder physische) Eigenthümlichkeit uns weiter keine Schwierigkeiten bieten können; wir sind vollkommen berechtigt, da das Roth einen stärkeren Eindruck auf unser Auge macht als das Blau, das Roth als heller denn Blau zu bezeichnen.

Ganz so einfach liegt die Sache aber leider nicht. Die Helligkeit d. h. die Empfindungsstärke des Lichtes in unserem Auge ist eine Funktion der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen; die Natur dieser Funktion ist uns unbekannt. Aber so viel ist uns bekannt, dass für Licht von verschiedener Wellenlänge die Art dieser Funktion eine verschiedene ist.[4] Experimentell lässt sich dieses dadurch zeigen, dass zwei verschiedenfarbige Lichtquellen, welche wir für gleich hell halten, uns nicht mehr gleich hell erscheinen, wenn man die Intensität beider durch gleichmässiges Nähern oder Entfernen in demselben Verhältniss vermehrt oder vermindert (Purkinje'sches Phänomen). Hieraus folgt unmittelbar, dass ein einheitliches physiologisches Mass für Licht von verschiedener Wellenlänge nicht existirt, dass die Einheiten nach welchen die Helligkeiten verschiedener Farben durch unser Auge gemessen werden, verschiedene sind. Es sind, wie ich dieses schon früher einmal hervorgehoben habe,[5] zwei verschiedenfarbige Lichtquellen in Bezug auf ihre Helligkeit für das Auge vollkommen inkommensurabel.

Einen interessanten Beleg hierfür liefern die Messungen, welche Fraunhofer vornahm,[6] um die Intensitätscurve des Sonnenspektrums festzustellen. Er verglich

[1] Goethe, Farbenlehre 767.
[2] ibid. 778.
[3] Newton Optics Book I Prop. VII, Theor. VI, p. 85, 1717.
[4] Helmholtz, Physiologische Optik, § 21.
[5] Centralztg. f. Optik und Mech. 1881, No. 3.
[6] a. a. O.

die Helligkeit der einzelnen Theile des Spektrums mit der Helligkeit einer kleinen Oellampe. Vor Kurzem hat Dietrich[1] die mittleren Fehler einer Beobachtung Fraunhofer's in Procenten der Lichtstärke des betreffenden Ortes des Spektrums berechnet und dafür gefunden:

B	C	D	E	F	G	H
62 %	45	9	20	43	58	61

Das Urtheil ist also bei D am sichersten, da das homogene Gelb am meisten dem nicht homogenen Lichte der Lampe glich, bei Vergleichung des Normallichtes mit den anderen Farben aber ausserordentlich unsicher.

Es erklärt sich uns nun auch der Umstand, welcher von Allen, die photometrische Messungen gemacht haben, hervorgehoben wird: dass die Vergleichung der Helligkeiten zweier verschieden gefärbter Lichtquellen Schwierigkeiten bietet; dieses macht sich bereits geltend bei Vergleichung der Helligkeit des Gaslichtes mit derjenigen einer Normalkerze.

In noch erheblicherem Masse tritt diese Schwierigkeit auf bei Bestimmung der Helligkeit des elektrischen Lichtes nach derjenigen einer Normalkerze oder eines Normalöl- (Carcel-) brenners, denn die spektrale Zusammensetzung der beiden hier zur Vergleichung kommenden Lichtquellen ist eine sehr verschiedene.

O. E. Meyer[2] verglich die Helligkeiten des Sonnen-, des elektrischen und des Gaslichtes in den verschiedenen Theilen des Spektrums mit einander und fand, wenn man die Helligkeit des elektrischen Lichtes = 1 setzt, die Helligkeit des Gaslichtes

im Roth = 1,09
» Gelb = 1,00
» Grün = 0,43
» Blau = 0,27
» Violett = 0,15.

Nimmt man die Helligkeit der Sonne = 1 an, so ist das elektrische Licht

im Roth = 2,90
» Gelb = 1,00
» Grün = 0 99
» Blau = 0,87
» Violett = 1,03.

Aus dieser Zusammensetzung erklärt es sich, dass wenn elektrisches und Gaslicht neben einander gesehen werden, das erste bläulich weiss, das letztere roth erscheint, dagegen erschien O. E. Meyer das elektrische Licht gegen die Sonnenbeleuchtung »gelb wie eine hellgefärbte Apfelsine.«

Die Schwierigkeit der Messung der Helligkeit des elektrischen Lichtes ist von denjenigen, welche auf diesem Gebiete arbeiten, auch längst erkannt worden. Perry[3]

[1] a. a. O., p. 4.
[2] Ztschrft. f. Angew. Elektr.-Lehre 1879, p. 320.
[3] Die zukünftige Entwickelung der Elektrotechnik, Deutsch von Weinhold. Anm. 17. Leipzig 1882.

sagt: »Weil das elektrische Licht weisser, d. i. reicher an brechbareren Strahlen ist, als das Licht einer Kerze oder Lampe, so ist nicht seine Leuchtkraft als Ganzes mit derjenigen der Normalflamme direct vergleichbar, sondern nur die Lichtstärke für bestimmte Farben.«

Als die einzige Methode, das richtige Verhältniss der Helligkeiten zweier verschieden farbiger Lichtquellen zu einander zu erhalten, ergiebt sich demgemäss die spektrophotometrische. Man stellt bei derselben von jeder Lichtquelle ein Spektrum her der Art, dass beide Spektren durch ein und dasselbe Prisma erzeugt werden und dass beide Spektren dicht an einander grenzen, so dass die Strahlen gleicher Wellenlänge in beiden Spektren übereinander liegen, wie solches durch die von Vierordt, Glan u. A. angegebenen Spektrophotometer erreicht wird. Dann theilt man die Spektren senkrecht zu ihrer Trennungslinie in eine möglichst grosse Anzahl schmaler Streifen. Ein solcher Streifen enthält fast homogenes Licht, die Helligkeit desselben in beiden Spektren wird gleich gemacht durch Veränderung der Breite des Eintrittsspaltes, oder durch Polarisation, oder durch Veränderung der Entfernung der Lichtquellen und hieraus das Verhältniss der Helligkeiten beider Lichtquellen zu einander in dem vorliegenden Spektralbezirk bestimmt. Auf diese Weise fortschreitend würde ermittelt werden das Verhältniss der Helligkeiten in den einzelnen Theilen des Spektrums, mehr aber auch nicht, denn eine Addition der erlangten Resultate über das ganze Spektrum würde keineswegs das Verhältniss der Gesammthelligkeiten beider Lichtquellen ergeben, eine solche Addition ist nicht einmal zulässig, da die Grösse der einzelnen Summanden in verschiedenen uns aber unbekannten Einheiten ausgedrückt ist, wie wir solches bereits oben zeigten.

Man könnte versucht sein zu hoffen, dass die Untersuchungen über die Schärfe des Farbensinnes, welche von Donders,[1] Dor[2] und Grossmann[3] angestellt wurden, hierüber weiteren Aufschluss geben werden. Diese drei Forscher bestimmten die Grössen, welche verschiedenfarbige Flächen haben müssen, um in einer bestimmten Entfernung noch als farbig erkannt werden zu können und fanden, dass das Unterscheidungsvermögen für die verschiedenen Farben sehr verschieden sei. Ganz abgesehen davon, dass hierbei die Sehschärfe des Beobachters eine Rolle spielen muss, liefern diefe Untersuchungen doch nur Aufklärung über die Grenzwerthe der Empfindlichkeit des Auges für verschiedene Farben, nicht über die Einheiten der Empfindungsstärke selbst.

Abgefehen davon, dass die spektrophotometrische Methode wohl ausführbar ist im Laboratorium zu wissenschaftlichen Zwecken, sich aber als viel zu umständlich und zeitraubend erweist, wenn es sich um praktische Bestimmungen der Helligkeit des elektrischen Lichtes handelt, ganz abgesehen von diesem Umstande, welcher allein schon ihre praktische Anwendung ausschliessen würde, bietet also diese

---

[1] Archiv für Ophthalmologie XXIII, 4, p. 182.

[2] Echelle pour mesurer l'Acuité de la Vision Chromatique. Paris 1878.

[3] Ueber die Messung der Schärfe des Farbensinnes, Inaug.-Diss. Greifswald 1880.

Methode auch nur die Möglichkeit der Vergleichung der Helligkeiten einzelner Farben ohne einen Schluss auf die Gesammthelligkeit zu erlauben.

Da lag es nahe, dass man sich mit der Vergleichung der Helligkeit einzelner Farben begnügen wollte bei der Bestimmung der Helligkeit des elektrischen Lichtes nach derjenigen einer Normalflamme. So schlug A. Crova[1] vor, den grünen Theil des Spektrums hierzu zu benutzen und construirte zu diesem Zwecke ein Photometer, bei welchem alle Strahlen mit Ausnahme der grünen ausgeschlossen werden. Wenn nämlich die Gesammthelligkeit eines Carcelbrenners gleich derjenigen des elektrischen gemacht wird (durch Abschwächen des letzteren) so sind die Helligkeiten beider im Gelbgrün einander gleich, während sie im Roth und im Violett beträchtlich von einander abweichen, wie die oben mitgetheilten Versuchsresultate von O. E. Meyer zeigen. Diese Methode hat also etwas für sich, es scheint uns jedoch die Grundlage derselben noch nicht so ganz sicher zu sein, da die Behauptung über dies Verhältniss der spektralen Zusammensetzung der beiden mit einander zu vergleichenden Lichtquellen auf der vorherigen absoluten Gleichmachung ihrer Gesammtintensitäten beruht und das ist ja gerade die schwierige Aufgabe, deren Lösung erst gefunden werden soll. Ausserdem wird es hierbei sehr darauf ankommen, den richtigen Spektralbezirk zur Messung auszuwählen.

Perry[2] schlägt den Ausweg vor, anstatt die Messungen über das ganze Spektrum auszudehnen, nur zwei Farben aus demselben herauszugreifen. Er vergleicht die beiden Lichtquellen zuerst durch ein rothes Glas, hierauf durch ein grünes und combinirt dann die beiden erhaltenen und von einander abweichenden Messungsresultate zu einem Mittelwerthe. Auch hier kommt man aber nicht über die Schwierigkeit hinweg, welche durch die verschiedene Werthigkeit der Resultate der Vergleichung der rothen Strahlen und derjenigen der grünen entspringt.

Hauptsächlich bei den in letzter Zeit so oft an den Praktiker herantretenden Bestimmungen der Helligkeit des elektrischen Lichtes wäre vielleicht eine andere Methode der Vergleichung die zweckentsprechendste, bei welcher nicht direct die Lichtquellen mit einander verglichen werden, sondern ihr Beleuchtungseffekt, denn auf diesen kommt es doch bei allen praktischen Anlagen an, zumal wenn es sich darum handelt, die eine Beleuchtungsart (Gas) durch die andere (elektrisches Licht) zu ersetzen. Wir kommen dadurch auf den schon von manchen Seiten gemachten Vorschlag, zu diesem Zwecke Erkennungsproben zu benutzen, d. h. die Wirkung zweier Lichtquellen in der Weise mit einander zu vergleichen, dass man untersucht, in welcher Entfernung etwa feine Details einer Zeichnung noch erkannt oder feine Schriften noch gelesen werden können.

Siemens[3] sagt: »Ein richtiges Photometer sollte verschiedenartiges Licht dann als gleich angeben, wenn es uns in gleicher Weise entfernte Objekte erkennbar macht.«

---

[1] Comptes rendus XCIII, p. 512.

[2] a. a. O.

[3] Wied. Ann. 2, p. 547, 1877.

Bergé[1] betrachtet als Mass der Intensität die Entfernung, in welcher man die Lichtquelle anbringen muss, damit man die Beleuchtung einer dem zerstreuten Lichte ausgesetzten weissen Tafel durch eine Schicht einer Kupfer-Ammonium-Lösung von gegebener Dicke gerade bemerken kann. Abgesehen davon, dass das zu Grunde liegende Mass wenig präcis gestellt ist, ist natürlich die Einschaltung einer farbigen Lösung, d. h. die Beschränkung der Vergleichung der Helligkeit der von diesen durchgelassenen Strahlen anstatt der Gesammtintensität unzulässig, Crompton[2] versucht bei der Frage der praktischen Beleuchtung mit elektrischem Licht die Grundflächen zu bestimmen, welche in drei verschiedenen Helligkeitsgraden erleuchtet werden. Der erste Helligkeitsgrad ist so gewählt, dass man bei ihm jede feinere Arbeit verrichten kann, beim zweiten Helligkeitsgrade kann eine Zeitung überall bequem gelesen werden; bei dem dritten Helligkeitsgrade sind die entferntesten Punkte der zu beleuchtenden Bodenfläche ebenso stark beleuchtet wie bei intensivem Mondschein. Ebenso wurden bei praktischen Versuchen mit elektrischem Lichte, welche in Rouen angestellt wurden, zur Beurtheilung der Wirkung desselben der Radius des Wirkungskreises bestimmt und der letztere so definirt, dass die Beleuchtung am Umfange desselben gleich der Helligkeit eines in 3,5 Meter befindlichen Carcelbrenners sein sollte.[3]

Auf ähnlicher Grundlage ruht das Hänlein'sche Photometer,[4] bei welchem ein auf einer Milchglasscheibe angebrachter schwarzer Strich durch die zu prüfende Lichtquelle beleuchtet und dann durch Einschalten absorbirender Flüssigkeiten das Licht so weit abgeschwächt wird, bis der Strich nicht mehr gesehen werden kann.

Bei allen diesen Methoden wird die Schwierigkeit eintreten, dass es schwer zu constatiren ist, bei welcher schwachen Beleuchtung man ein Object gerade noch sieht oder es eben nicht mehr sieht. Nach längerem Verweilen in der Dunkelheit nimmt das Auge wieder Details wahr, welche ihm schon verschwunden waren, es tritt dadurch ein ziemlich weiter Spielraum ein bei Bestimmung der Sichtbarkeitsgrenze. —

Die Resultate der Vergleiche zwischen den spektralen Zusammensetzungen verschiedener Lichtquellen wie Gaslicht, elektrisches Licht und Sonnenlicht (siehe O. E. Meyer) weisen darauf hin, dass eine Lichtquelle je intensiver sie wird, eine verhältnissmässig um so grössere Helligkeit in brechbarerem Theile des Spektrums zeigt und eine um so kleinere in weniger brechbarem Theile. Eine nach den oben dargelegten Principien durchgeführte spektrophotometrische Vergleichung zweier Lichtquellen würde also vielleicht einen Schluss auf ihr Helligkeitsverhältniss gestatten. Es dürfte aber schwierig sein, Normen aufzustellen, nach denen ziffermässige Ausdrücke für dieses Helligkeitsverhältniss gefunden werden können. Selbstverständlich wären bei Untersuchungen nach dieser Methode nur Lichtquellen hinzuzulassen, welche auf Glühen resp. Verbrennung eines und desselben Körpers, also etwa der Kohle, beruhen, jeder die

[1] Verhandlungen des Congresses der Elektriker. Paris 1881, p. 333.

[2] Die elektrische Beleuchtung für industrielle Zwecke: deutsch von Uppenborn 1881.

[3] Bull. de la Soc. industr. de Rouen 1881, p. 87.

[4] Journ. f. Gasbeleuchtung 1881, p. 659.

Flamme färbende Zusatz (z. B. von Natrium) würde die Methode sofort unbrauchbar machen.

Die kurze Besprechung der in letzterer Zeit in Vorschlag gebrachten photometrischen Methoden, so weit sie solche sind, d. h. so weit sie auf Benutzung des menschlichen Auges beruhen, zeigt, dass es kein praktisches Verfahren giebt, welches die theoretische Schwierigkeit der Vergleichung zweier verschiedenfarbigen Lichter in Bezug auf ihre Helligkeit ganz vermeidet. Wenn dieses also doch von keiner der neuen Methoden geleistet wird, dann bleibt man wohl am besten bei dem bisher meist benutzten altbewährten Bunsen'schen Photometer, bei welchem sich die Anbringung einer Dispersionslinse nach Perry und Ayrton[1] als sehr praktisch empfiehlt.

Wir kennen die Schwierigkeiten, welche durch die Natur unseres Sehorgans uns in den Weg treten, sie können aber etwas gemindert werden dadurch, dass man nicht Lichtquellen von allzu verschiedener Helligkeit mit einander vergleicht, welche im Allgemeinen eine sehr von einander verschiedene spektrale Zusammensetzung haben. Man vergleiche also nicht die Helligkeit eines elektrischen Lichtes direct mit derjenigen einer Kerze, sondern steige allmählig an von der Kerze zum Carcelbrenner oder Gasbrenner, weiter zu elektrischem Licht von geringer Intensität (Incandescenzlampen) und schreite endlich zum helleren und hellsten elektrischen Bogenlicht fort.

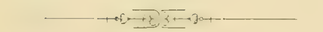
[1] Phil. Mag. (5) 8, p. 117, 1880.

Ueber die Anwendung von Dispersionslinsen

bei photometrischen Messungen

von

Dr. August Voller.



Ueber die Anwendung von Dispersionslinsen bei photometrischen Messungen

von

Dr. August Voller.

Die Aufgabe, starke Lichtquellen, z. B. grosse elektrische Bogenlichter, durch photometrischen Vergleich mit einem schwächeren Normallichte, etwa einer Kerze oder einer Gasflamme zu messen, bietet besondere Schwierigkeiten dar. Abgesehen von den allgemeinen, in der physiologischen Beschaffenheit des Auges begrundeten Schwierigkeiten, welche die vollkommene Genauigkeit jeder photometrischen Messung beeinträchtigen, ist bei starken Lichtern die grosse Entfernung, in welcher sich dieselben vom Photometer befinden müssen, damit ihre Leuchtwirkung gleich derjenigen des schwächeren Normallichtes wird, sehr unbequem und störend. Bei stark lichtabsorbirender Atmosphäre kann diese grosse Entfernung selbst zu beträchtlichen Fehlern Veranlassung geben, da zu einer quantitativen Berücksichtigung dieser atmosphärischen Absorption im einzelnen Falle die nöthigen Daten in der Regel nicht bekannt sind.[1] Der Gedanke, die grosse Intensität starker Lichtquellen durch eine Zerstreuungslinse in einem beliebigen, aber unter allen Umständen genau bekannten Verhältnisse zu schwächen und so die Messungen in kleineren Abständen der Lichter von dem photometrischen Apparate auszuführen, ist daher sicherlich von nicht geringer praktischer Wichtigkeit. Soweit mir bekannt ist, haben zuerst Ayrton und Perry Behufs Schwächung starker elektrischer Lichter ein Bouguer'sches resp. Rumford'sches Photometer mit einer Dispersionslinse versehen, und davon der Royal Society im Jahre 1880 vorläufige Mittheilung gemacht.[2] Im Laufe dieses Jahres haben dieselben Gelehrten über einige Formen, die sie ihrem Instrumente inzwischen gegeben

[1] Beobachtungen, die s. Zt. von Bouguer gemacht wurden, ergaben, dass 0,973 des Lichtes durch eine Luftschicht von 1 Kilometer Länge gegangen waren, während Messungen, die bei Nebelwetter in Paris ausgeführt wurden, das Resultat ergaben, dass nur 0,62 des Lichtes einer Carcellampe eine Luftschicht von 1 meter Länge passirten. Vergl. Mémoire sur l'intensité et la portée des phares par M. E. Allard, Paris 1876.

[2] Philosophical Magazine. IX, 54. Febr. 1880.

haben, etwas ausführlicher berichtet.[1] Das photometrische Princip selbst, das in diesem Instrumente benutzt wird, ist das Rumford'sche, d. h. es wird die Gleichheit der Leuchtwirkung zweier verglichener Lichtquellen am Beobachtungspunkte aus der gleichen Stärke der Schatten eines Stabes, welchen dieselben auf einem Papierschirme erzeugen, gefolgert. Es ist jedoch klar, dass die Anwendung einer Dispersionslinse auch bei anderen photometrischen Methoden möglich ist und da ich ohnehin ein Bunsen'-sches Photometer für das physikalische Kabinet anfertigen zu lassen im Begriffe stand, so liess ich dasselbe mit Dispersionslinsen von verschiedener Brennweite versehen. Eine Frage, die sich mir indess bei der Anwendung solcher Linsen zunächst aufdrängte, war die, ob ausser dem beabsichtigten, aus den bekannten Linsenformeln zu berechnenden Verlust an Intensität durch Zerstreuung des auffallenden Strahlenkegels nicht ein weiterer und weniger sicher zu ermittelnder Verlust durch Absorption und Reflexion von Licht zu befürchten stehe. Ayrton und Perry[2] glauben zu dem Schluss kommen zu können, dass dies bei Anwendung einer sehr dünnen Linse nicht der Fall sei; aber sie theilen leider keinerlei Beobachtungen mit, aus denen sie diesen Schluss gezogen haben. Untersuchungen über den Lichtverlust, den Linsen verursachen, sind nun allerdings bis jetzt nicht in sehr grosser Zahl vorhanden; allein was darüber publicirt worden ist, machte mir die Ayrton- und Perry'sche Annahme von vornherein unwahrscheinlich. In einer Arbeit von Prof. Safarik in Prag[3] über Versilberung des Glases zu optischen Zwecken finde ich beispielsweise eine Zusammenstellung der Angaben verschiedener Beobachter über Lichtverluste durch Linsen, Spiegel und Reflexionsprismen, derzufolge z. B. ein 3zölliges Fraunhofer'sches Objectiv nach Steinheil nur 0,760 — nach Robinson nur 0,739 des auffallenden Lichtes durchlässt. In einer Erörterung des Lichtverlustes, den die Linsensysteme der französischen Leuchtthürme verursachen, schätzt Allard[4] den Verlust durch Reflexion an der vorderen und hinteren Oberfläche der Linsen auf 0,05 bei senkrechter Incidenz, auf 0,075 bei Incidenz unter 45°, während der Verlust durch Absorption auf 0,03 für jeden centimeter der Linsendicke angenommen wird. Daraus würde folgen, dass sehr dünne Linsen, wie sie Ayrton und Perry anwenden wollen, zwar keinen nennenswerthen Verlust durch Absorption hervorrufen — obgleich dieselben nothwendigerweise immer doch eine nicht zu vernachlässigende Dicke haben müssen, wenn sie nicht eine zu geringe Oeffnung haben sollen —, dass aber der Reflexionsverlust unter allen Umständen übrig bleibt — ein Verhalten des Lichtes, welches übrigens ganz analog demjenigen der strahlenden Wärme bei stark diathermanen Körpern sein würde. Eine experimentelle Bestimmung des in Folge von Absorption und Reflexion durch die Dispersionslinse hervorgerufenen Lichtverlustes schien mir daher unumgänglich nothwendig zu sein.

Das zu den Versuchen benutzte Instrument (Fig. 1), welches in dem optischen

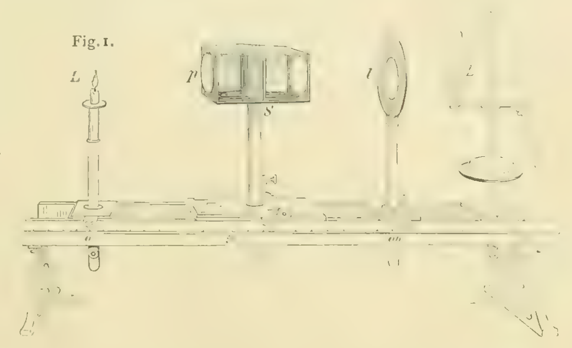
[1] Philosophical Magazine. XIV, 85. Juli 1882.

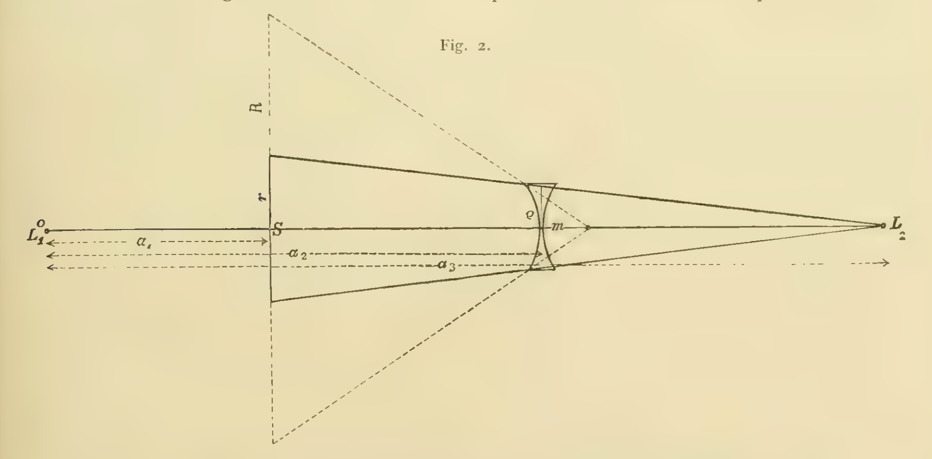
[2] l. c.

[3] Centralzeitung für Optik und Mechanik, 3. 1882.

[4] Mémoire sur l'intensité et la portée des phares.

Institute von A. Krüss hierselbst entworfen und ausgeführt wurde, ist ein Bunsen'sches Photometer, dessen Centimetertheilung am linken Ende beginnt. Im Nullpunkte dieser Theilung befindet sich bei allen Versuchen die als Einheit benutzte Lichtquelle. Die Zerstreuungs-Linse wird bei l, d. h. zwischen dem Papierschirm und der zu messenden Lichtquelle angebracht. Der Linsenhalter, das Schirmkästchen, sowie die Halter und Tische für die Kerzen oder Lampen sind nach der Höhe verstellbar, und können in der Führung des Holzgestelles des Instrumentes beliebig verschoben werden. Bei den Messungen bleiben Linse und Lichter an demselben Punkte der Scala; nur das innen geschwärzte Kästchen, in welchem sich der mit einem Paraffinfleck versehene Papierschirm befindet, wird verschoben und zwar grob mit der Hand, während die feinere Einstellung durch einen Zahntrieb geschieht. Die Ebene des Papierschirmes halbirt den stumpfen Winkel





zweier Planspiegel, welche die Rückwand des vorne offenen Kästchens bilden, so dass der Beobachter bei bequemer Stellung des Kopfes die beiden Bilder der beiden Seiten des Schirmes gleichzeitig in normaler Sehweite nebeneinander erblickt. Die

Einstellung kann so mit recht grosser Genauigkeit erfolgen. Die Seitenwände des Schirmkastens sind Behufs Eintritt der Lichtstrahlen kreisförmig ausgeschnitten; der Rand dieser Ausschnitte geftattet ebenfalls das Einsetzen von Linsen oder planparallelen Glasplatten, auf deren Zweck weiter unten näher eingegangen werden wird.

Die für die Berechnung des Verhältnisses N der Lichtstärken zweier den Schirm S des Photometers (vergl. Fig. 2) gleich stark beleuchtenden Lichtquellen L_1 und L_2 nöthige Formel lässt sich wie folgt ableiten. Es sei das Normallicht L_1 im Nullpunkte der Skala aufgeftellt und es bedeute bei gleich starker Beleuchtung des Schirmes

a_1 die Entfernung des Schirmes vom Nullpunkt,
a_2 » » der Linse » »
a_3 » » des Lichtes L_2 » »
p » Brennweite der Linse,
ϱ den Radius der Linsenöffnung,
m die Entfernung des durch die Linse erzeugten virtuellen Bildes der Lichtquelle L_2 von der Linse.

Dann hat man zunächst nach der allgemeinen Linsenformel

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a_3 - a_2}$$

oder

$$m = \frac{p\,(a_3 - a_2)}{a_3 - a_2 - p}$$

und da hier p negativ, so ist

$$m = -\frac{p\,(a_3 - a_2)}{a_3 - a_2 + p}$$

Dies ist der numerische Werth der Entfernung des virtuellen Bildes der Lichtquelle L_2 von der Linse.

Nun würde, wenn in S gleiche Lichtstärke vorhanden ist, ohne Anwendung der Linse das Intensitätsverhältniss der beiden Lichtquellen sein $\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{a_3 - a_1}{a_1}\right)^2$ Ferner würde, wenn die Linse nicht vorhanden wäre, ein von L_2 ausgehendes Strahlenbündel, welches den durch den Radius ϱ bestimmten Raum passirt, den Schirm S auf einer Kreisfläche vom Radius r beleuchten. Durch die zerstreuende Wirkung der Linse erlangt aber der beleuchtete Kreis den Radius R, d. h. die Schwächung der Intensität des den Fleck des Schirmes treffenden Lichtes findet in dem Verhältniss von $\frac{R^2}{r^2}$ statt, oder mit anderen Worten, das wahre Verhältniss der Lichtstärken ist

$$N = \left(\frac{a_3 - a_1}{a_1} \cdot \frac{R}{r}\right)^2$$

Nun ist

$$R : \varrho = a_2 - a_1 + m : m$$
$$r : \varrho = a_3 - a_1 : a_3 - a_2$$

wo m positiv zu nehmen ist.

Da hieraus

$$\frac{R}{r} = \frac{(a_2 - a_1 + m)\,(a_3 - a_2)}{(a_3 - a_1)\,m}, \text{ so folgt}$$

$$N = \left[\frac{(a_3 - a_1)}{a_1} \cdot \frac{(a_2 - a_1 + m)\,(a_3 - a_2)}{(a_3 - a_1)\,m}\right]^2$$

Wird hier der Werth von m eingesetzt, so ist

$$N = \left[\frac{\left(a_2 - a_1 + \frac{p\,(a_3 - a_2)}{a_3 - a_2 + p}\right)(a_3 - a_2)}{\frac{p\,(a_3 - a_2)}{(a_3 - a_1 + p)} \cdot a_1}\right]^2$$

oder

$$N = \left[\frac{(a_2 - a_1)\,(a_3 - a_2 + p) + p\,(a_3 - a_2)}{p\,a_1}\right]^2$$

woraus schliesslich

$$N = \left[\frac{(a_3 - a_2)\,(a_2 - a_1) + p\,(a_3 - a_1)}{p\,a_1}\right]^2$$

als die für das Dispersionsphotometer der beschriebenen Art gültige Formel für die Berechnung des Intensitätsverhältnisses folgt.

Für die praktische Anwendung liefert die Discussion dieser Formel noch einen nützlichen Fingerzeig. Offenbar hängt die schwächende Wirkung der Linse von ihrer Stellung zwischen Lichtquelle und Schirm ab. Wird a_2 gleich a_3 oder a_1, d. h. wird die Linse bis in den Ort der Lichtquelle oder des Schirmes gerückt, so wird das erste Glied des Zählers der Formel gleich Null und diese selbst reducirt sich auf $N = \left(\frac{a_3 - a_1}{a_1}\right)^2$, d. h. auf die für gewöhnliche Beobachtungen ohne Linse gültige Formel. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass in der That bei diesen beiden Stellungen die Wirkung der Linse verschwinden muss, dass also diese Wirkung bei irgend einer mittleren Stellung ein Maximum sein muss. Es ergiebt sich leicht, dass diese Stellung bei $\frac{a_3 - a_2}{2}$ liegt; denn der gefundene Ausdruck, als Function von a_2 betrachtet, erlangt sein Maximum, wenn $(a_3 - a_2)\,(a_2 - a_1)$ seinen grössten Werth erreicht. Dieses Glied ist, für irgend einen Abstand $a_3 - a_1$, das Produkt aus den beiden durch die Stellung der Linse gebildeten Abschnitten dieses Abstandes, woraus nach einem bekannten Satze für $a_3 - a_2 = a_2 - a_1$ oder für $a_2 = \frac{a_3 + a_1}{2}$ das Maximum der Function folgt. Vom Orte der Lichtquelle L_2 aus gerechnet, liegt also das Maximum der Linsenwirkung in $a_3 - \frac{a_3 + a_1}{2} = \frac{a_3 - a_1}{2}$, d. h. die zerstreuende Wirkung der Linse ist am stärksten, wenn sich dieselbe in der Mitte zwischen der Lichtquelle und dem Papierschirm befindet.

Das beschriebene Instrument gestattete einen etwaigen durch Absorption resp. Reflexion an der Dispersionslinse hervorgebrachten Lichtverlust zu bestimmen, da die Linse entfernt werden konnte. Es wurden zu dem Zwecke zunächst einige correspondirende Beobachtungsreihen angestellt, welche sich auf

1) Stearinkerze und Gasrundbrenner,

2) Petroleumrundbrenner und Gasrundbrenner

und 3) Gasrundbrenner und elektrische Incandescenzlampe (Müller's System) bezogen. Die hierzu benutzten Linsen hatten 18 und 50 cm negative Brennweite. Die Beobachtungen wurden in einem Dunkelzimmer unter Anwendung möglichst ruhig brennender Flammen ausgeführt. Kerzen sind freilich nur schwierig für die Beobachtungen zu verwenden; dagegen lassen sich Petroleum- und Gasflammen — letztere durch sorgfältige Druckregulirung namentlich bei Tage — längere Zeit hindurch ausserordentlich constant erhalten; dasselbe gilt von den Incandescenzlampen. Ausserdem wurden in der Regel eine mehr oder weniger grosse Zahl von Beobachtungen ausgeführt und zwar stets alternirend mit und ohne Anwendung der Linse. Durch dieses Verfahren machen sich allmähliche Aenderungen in dem Verhältniss der Lichtstärken in beiden Beobachtungsreihen in gleicher Weise geltend; zur Berechnung des Intensitätsverhältnisses N wurde innerhalb jeder Reihe aus den sämmtlichen Ablesungen das Mittel genommen. Die folgenden Tabellen enthalten die Resultate dieser ersten Versuchsreihen. Die Maasse sind Centimeter; das am Schlusse jeder Tabelle angegebene Verhältniss $\frac{N_1}{N}$ bezeichnet das Verhältniss der mit und ohne Linse gemessenen Lichtintensität.

I Kerze und Gasbrenner.

ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = { 35,5 cm; 35,3 » }	a_1 = 30,1 cm
in Mittel a_1 = 35,4 cm	a_2 = 100 »
a_3 = 180 »	a_3 = 120 »
	p = 50 »
N = 16,690	N_1 = 15,333

$$\frac{N_1}{N} = 0,919$$

II. Petroleum- und Gasbrenner.

1) p = 18 cm

ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = { 61,3 cm; 61,4 »; 61,6 »; 61,5 » }	a_1 = { 56,1 cm; 56,1 »; 56 »; 56,1 » }
a_1 = 61,5 cm	a_1 = 56,1 cm
	a_2 = 80 »
a_3 = 140 »	a_3 = 100 »
N = 1, 629	N_1 = 1,577

$$\frac{N_1}{N} = 0,968$$

ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = { 52 cm; 52 »; 52 »; 51,8 »; 51,8 » }	a_1 = { 68,5 cm; 68,6 »; 68,4 »; 68,3 » }
a_1 = 51,9 cm	a_1 = 68,4 cm
	a_2 = 95 »
a_3 = 120 »	a_3 = 120 »
N = 1,722	N_1 = 1,671

$$\frac{N_1}{N} = 0,970$$

ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = { 50,8 cm; 50 »; 49,8 »; 49,5 »; 49,4 »; 49 »; 49 »; 48,7 » }	a_1 = { 51,2 cm; 51,1 »; 50,3 »; 50,2 » }
a_1 = 49,5 cm	a_1 = 50,7 cm
	a_2 = 70 »
a_3 = 110 »	a_3 = 90 »
N = 1,494	N_1 = 1,435

$$\frac{N_1}{N} = 0,961$$

2) p = 50 cm.

ohne Linse:	mit Linse:	ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = 47,6 cm; 47,6 »; 47,6 »; 47,4 »	a_1 = 44,1 cm; 44 »; 44 »; 43,9 »	a_1 = 51,5 cm; 51,4 »; 51,3 »; 51 »; 51 »	a_1 = 60,7 cm; 60,7 »; 60 »; 60 »
a_1 = 47,5 cm	a_1 = 44 cm	a_1 = 51,2 cm	a_1 = 60,3 cm
a_3 = 110 »	a_2 = 70 »	a_3 = 110 »	a_2 = 90 »
	a_3 = 80 »		a_3 = 120 »
N = 1,731	N_1 = 1,643	N = 1,805	N_1 = 1,677
$\frac{N_1}{N} = 0,949$		$\frac{N_1}{N} = 0,929$	

III. Gasbrenner und Incandescenzlampe.

1) p = 18 cm		2) p = 50 cm	
ohne Linse:	mit Linse:	ohne Linse:	mit Linse:
a_1 = 70,5 cm	a_1 = 100 cm	a_1 = 81,7 cm	a_1 = 86,3 cm
a_3 = 170 »	a_2 = 140 »	a_3 = 200 »	a_2 = 125,2 »
	a_3 = 170 »		a_3 = 170 »
N = 1,992	N_1 = 1,868	N = 2,097	N_1 = 1,887
$\frac{N_1}{N} = 0,937$		$\frac{N_1}{N} = 0,900$	

Die von der Strahlenzerstreuung unabhängige Schwächung des durch die Linse gegangenen Strahlenbündels tritt somit in allen Versuchen übereinstimmend hervor. Der durch die Beobachtungen constatirte Lichtverlust schwankt, je nach der Natur des Lichtes und der Beschaffenheit der Linse zwischen 3 und 10 Procent, — die letztere beträchtliche Zahl ergab sich beim Durchgang von elektrischem Incandescenzlicht durch die benutzte Linse von 50 cm Brennweite. Vergleicht man die Resultate untereinander, so ergiebt sich die auffallende Erscheinung, dass von den benutzten beiden Linsen diejenige von kürzerer Brennweite (18 cm) in allen Fällen einen geringeren Verlust verursachte, wie die von grösserer Brennweite (50 cm) — erstere z. B. bei Petroleum- und Gaslicht (Tab. II) im Mittel 3,4 %, letztere 7,1 %, bei Gas- und elektrischem Licht resp. 6,3 und 10 %. — Die Ursache dieses merkwürdigen Unterschiedes konnte möglicherweise darin liegen, dass die erstere Linse in der Mitte eine merklich geringere Dicke hatte wie die letztere, obgleich die Analogie des Verhaltens diathermaner Körper gegen strahlende Wärme zu der Annahme drängte, dass der beobachtete Verlust wesentlich durch Reflexion und nur in sehr geringem Grade durch Absorption bedingt sei, dass somit die doch immer nur unbedeutenden Dickenunterschiede der Linsen von keinem in Betracht kommenden Einflusse sein konnten. Zur Entscheidung dieser für die Praxis nicht unwesentlichen Frage erschien es am

einfachsten, eine Anzahl von Versuchsreihen durchzuführen, in denen alternirend mit gewöhnlichen Messungen solche angestellt wurden, bei denen das Licht der stärkeren Lichtquelle statt durch Linsen durch planparallele Glasplatten von verschiedener Dicke gehen musste. Es konnte so, unabhängig von jeder Linsenwirkung, unmittelbar die etwaige Abhängigkeit der beim Durchgang auftretenden Lichtschwächung von der Dicke des Glases festgestellt werden.

Die im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen betreffen das Verhältniss der Lichtstärken der angegebenen Lichtquellen, je nachdem das Licht beider, ohne oder mit Einschaltung einer planparallelen Spiegelglasplatte in den Weg der Strahlen des stärkeren Lichtes, gemessen wurde. Die angewandten Platten waren resp. 1, 2,9 und 4,8 mm dick. Zunächst wurden einige Versuchsreihen ausgeführt, um zu constatiren, dass, wie von vornherein zu erwarten war, die grössere oder geringere Entfernung einer planparallelen Platte von der Lichtquelle, deren Strahlen durch sie hindurchgehen, auf die Grösse des Lichtverlustes keinen Einfluss habe. Diese, in Tabelle IV aufgenommenen Versuche zeigten, dass sich die Sache in der That so verhält; so ging z. B. durch eine in 10 cm Entfernung von einem Gasbrenner befindliche Platte von 4,9 mm Dicke 0,906 des Lichtes derselben; genau derselbe Bruchtheil ging durch die Platte, wenn sich dieselbe in 50 cm Entfernung, nahe beim Schirm, befand. (Mittel aus 8 resp. 7 Messungen.) Die Platten wurden in Folge dessen stets in die Seitenwand des Schirmkästchens selbst (bei p Fig. 1) eingefügt.

IV. Platte von 4,8 mm Dicke.

Petroleum- und Gasbrenner.

ohne Platte:	Gasbr. mit Platte in 20 cm Abstand:
85,3 cm	
86,2 »	84,3 cm
87,3 »	85 »
87,5 »	85,7 »
88,3 »	86 »
88 »	86,5 »
89 »	86,7 »
89,8 »	87,5 »
90 »	88,2 »
$a_1 = 87,9$ cm	$a_1 = 86,3$ cm
$a_3 = 150$ »	$a_3 = 150$ »
$N = 2,004$	$N_1 = 1,835$

$$\frac{N_1}{N} = 0,916$$

ohne Platte:	Gasbr. mit Platte in 45 cm Abstand:
90,5 cm	
90,9 »	89,2 cm
91,6 »	89,5 »
91,9 »	90,2 »
92,3 »	90,5 »
92,7 »	91 »
92,8 »	91,3 »
$a_1 = 91,8$ cm	$a_1 = 90,3$ cm
$a_3 = 150$ »	$a_3 = 150$ »
$N = 2,487$	$N_1 = 2,288$

$$\frac{N_1}{N} = 0,920$$

Petroleum- und Gasbrenner.

ohne Platte:	Gasbr. mit Platte in 10 cm Abstand:
$a_1 =$ 61,3 cm	
61,3 »	63,2 cm
61,3 »	62,8 »
61,3 »	63 »
61,3 »	63,2 »
61,2 »	63 »
61,3 »	62,9 »
61,3 »	63,1 »
$a_1 =$ 61,3 cm	$a_1 =$ 63 cm
$a_3 =$ 140 »	$a_3 =$ 140 »
$N = 1,648$	$N_1 = 1,494$

$$\frac{N_1}{N} = 0,906$$

ohne Platte:	Gasbr. mit Platte in 50 cm Abstand:
$a_1 =$ 60,8 cm	
61 »	62,7 cm
61,3 »	62,6 »
61,3 »	63 »
61,1 »	62,5 »
61,1 »	62,8 »
61 »	63 »
60,7 »	62,5 »
60,9 »	62,7 »
$a_1 =$ 61 cm	$a_1 =$ 62,7 cm
$a_3 =$ 140 »	$a_3 =$ 140 »
$N = 1,677$	$N_1 = 1,520$

$$\frac{N_1}{N} = 0,906$$

V. Platte von 1 mm Dicke.

2 Stearinkerzen

ohne Platte:	mit Platte:
$a_1 =$ 51,5 cm	51,6 cm
51 »	51,9 »
50,6 »	51,6 »
50,6 »	52,1 »
52 »	53,4 »
52,5 »	53,5 »
53 »	53,8 »
53,1 »	54,7 »
51 »	51,8 »
50,8 »	52 »
$a_1 =$ 51,6 cm	$a_1 =$ 52,6 cm
$a_3 =$ 100 »	$a_3 =$ 100 »
$N = 0,880$	$N_1 = 0,812$

$$\frac{N_1}{N} = 0,923$$

Stearinkerze und Petroleumbrenner

ohne Platte:	mit Platte:
$a_1 =$ 37,9 cm	$a_1 =$ 39,5 cm
38,4 »	$a_3 =$ 150 »
$a_1 =$ 38,15 cm	$N_1 = 7,826$
$a_3 =$ 150 »	
$N = 8,565$	

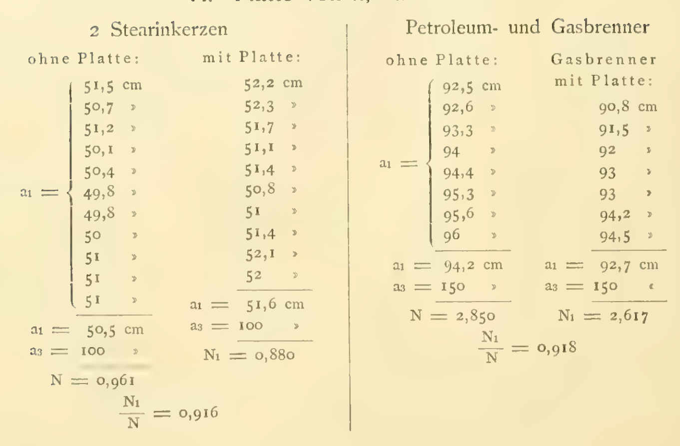
$$\frac{N_1}{N} = 0,914$$

Engl. Normal-Spermacetikerze und Gasbrenner

ohne Platte:	mit Platte:
$a_1 =$ 26,7 cm	28,1 cm
27,1 »	28,1 »
26,7 »	27,8 »
26,4 »	27,3 »
26 »	27 »
25,8 »	26,9 »
$a_1 =$ 26,45 cm	$a_1 =$ 27,53 cm
$a_3 =$ 120 »	$a_3 =$ 120 »
$N = 12,52$	$N_1 = 11,28$

$$\frac{N_1}{N} = 0,902$$

VI. Platte von 2,9 mm Dicke.



2 Stearinkerzen

	ohne Platte:	mit Platte:
a_1 =	51,5 cm	52,2 cm
	50,7 »	52,3 »
	51,2 »	51,7 »
	50,1 »	51,1 »
	50,4 »	51,4 »
	49,8 »	50,8 »
	49,8 »	51 »
	50 »	51,4 »
	51 »	52,1 »
	51 »	52 »
	51 »	
a_1 =	50,5 cm	51,6 cm
a_3 =	100 »	100 »
	N = 0,961	N_1 = 0,880

$$\frac{N_1}{N} = 0,916$$

Petroleum- und Gasbrenner

	ohne Platte:	Gasbrenner mit Platte:
a_1 =	92,5 cm	90,8 cm
	92,6 »	91,5 »
	93,3 »	92 »
	94 »	93 »
	94,4 »	93 »
	95,3 »	94,2 »
	95,6 »	94,5 »
	96 »	
a_1 =	94,2 cm	92,7 cm
a_3 =	150 »	150 »
	N = 2,850	N_1 = 2,617

$$\frac{N_1}{N} = 0,918$$

VII. Platte von 4,8 mm Dicke.

2 Stearinkerzen

	ohne Platte:	mit Platte:
a_1 =	51,5 cm	52 cm
	50,5 »	51,7 »
	50,9 »	51,7 »
	51,5 »	52,3 »
	51,1 »	52 »
	51 »	52,5 »
	51,4 »	52,7 »
	51,6 »	52,5 »
	51 »	52,6 »
	51,2 »	52,4 »
	51,4 »	
a_1 =	51,2 cm	52,2 cm
a_3 =	100 »	100 »
	N = 0,908	N_1 = 0,838

$$\frac{N_1}{N} = 923$$

Stearinkerze und Petroleumbrenner

	ohne Platte:	mit Platte:
a_1 =	39 cm	41 cm
	40 »	41,6 »
	40,1 »	41,7 »
	40,5 »	42,1 »
	40,7 »	42,3 »
	40,6 »	42,3 »
	40,8 »	
a_1 =	40,4 cm	41,8 cm
a_3 =	150 »	150 »
	N = 7,360	N_1 = 6,700

$$\frac{N_1}{N} = 0,910$$

Engl. Normal-Spermacetikerze und Gasbrenner

	ohne Platte:	mit Platte:
a_1 =	26,2 cm	27,3 cm
	26,4 »	27,6 »
	26,7 »	28 »
	26 »	27 »
	25,2 »	26 »
a_1 =	26,1 cm	27,2 cm
a_3 =	120 «	120 »
	N = 12,94	N_1 = 11,66 »

$$\frac{N_1}{N} = 0,901$$

Die in den vorstehenden Tabellen enthaltenen Messungsresultate lassen einen Einfluss der Dicke der Platten auf den Lichtverlust nicht erkennen. Es gingen

durch eine Platte	von 1 mm,	2,9 mm,	4,8 mm Dicke
von Stearinkerzenlicht	0,923	0,916	0,923
» Petroleumlicht	0,914	—	0,910
» Gaslicht	0,902	0,918	0,901, 0,906, 0,906, 0,916, 0,920

Dagegen scheint der Lichtverlust bei den helleren (weisseren) Lichtquellen (Petroleum- und Gaslicht) etwas grösser zu sein, als bei dem gelblicheren Kerzenlicht — ein Resultat, das an den in Tab. III. erwähnten grössten Lichtverlust der elektrischen Incandescenzlampe durch eine Dispersionslinse (10 %) erinnert. — Der Umstand, dass die Dicke der benutzten Platten auf den Lichtverlust ohne sicher nachweisbaren Einfluss war, kann wohl nur dadurch erklärt werden, dass der von der Absorption abhängige Theil des Lichtverlustes sehr klein ist im Verhältniss zu dem von der Reflexion hervorgerufenen. Wenn dem so ist, so kann der früher erwähnte geringere Lichtverlust, der durch die Linse von kürzerer Brennweite hervorgerufen wurde, nicht durch die geringere Dicke derselben veranlasst worden sein. Der wahre Grund dieses Verhaltens liegt wohl nur in dem Umstande, dass die der Ableitung der Photometerformel zu Grunde liegende allgemeine Linsenformel von der Voraussetzung punktförmiger Lichtquellen ausgeht — eine Voraussetzung, der unter den hier in Betracht kommenden Lichtquellen höchstens das elektrische Licht einigermassen entspricht. Der durch die räumliche Ausdehnung, z. B. einer Gasflamme bewirkte Fehler muss aber, da die nicht in der Linsenaxe liegenden Punkte derselben weiter von der Linse entfernt sind, als die abgelesene Entfernung beträgt, nothwendigerweise in einer geringeren Zerstreuung des Lichtes dieser Punkte bestehen, d. h. die Formel muss entsprechend einen etwas zu grossen Werth der gemessenen Lichtstärke ergeben. Dies wird um so mehr der Fall sein, je näher die Gasflamme der Linse ist. Da nun bei Linsen von kurzer Brennweite der Abstand der Lichtquelle von denselben kleiner wird als bei solchen von grosser Brennweite, so muss dieser Fehler bei ersteren stärker auftreten wie bei letzteren; — er wird aber bei stärkeren elektrischen Lichtern mehr und mehr verschwinden.

Von Interesse ist nunmehr der Vergleich des durch Linsen und des durch Platten bewirkten Lichtverlustes. Es gingen (Tab. I.—III.)

durch eine Linse von	18 cm	50 cm Brennweite
Gaslicht	0,961, 0,968, 0,970	0,919, 0,929, 0,949
elektr. Incandescenzlicht	0,937	0,900

Der Lichtverlust durch Platten war somit, vom elektrischen Lichte abgesehen, im Mittel etwas grösser, wie der durch Linsen, selbst bei der Linse von 50 cm Brenn-

weite. Zweifellos liegt auch dies an dem Umstande, dass die Lichtquellen nicht punktförmig waren.

Für die praktischen Aufgaben der Messung starker Lichter besteht somit das Resultat der gemachten Beobachtungen darin, dass

erstens der durch eine Dispersionslinse verursachte Lichtverlust bis zu 10 Procent betragen und durch sehr dünne Linsen nicht vermieden werden kann;

und dass zweitens der einer bestimmten Linse bei einer bestimmten nicht punktförmigen Lichtquelle zukommende Verlustfactor durch vorgängige Versuche ermittelt werden muss. Bei elektrischen Lichtern wird dieser Verlustfactor für verschiedene Linsen nicht wesentlich verschieden sein.

Mit Berücksichtigung dieser Vorsicht kann die Anwendung von Dispersionslinsen in der Photometrie grosse Dienste leisten. Es wird dabei in der Regel nicht nöthig sein, den durch die Linsen verursachten Lichtverlust durch Rechnung zu berücksichtigen, vielmehr liegt es nahe, denselben durch eine planparallele Platte von gleicher Durchlassfähigkeit, welche in den Weg des Normallichtes eingeschaltet wird, zu compensiren.

Ich habe, um die Zulässigkeit dieses Verfahrens zu prüfen, noch mehrere Beobachtungsreihen durchgeführt, bei welchen die Strahlen des Einheitslichtes eine Platte von 1 resp. 4,8 mm Dicke, diejenigen des zu messenden Lichtes eine Linse von 18 resp. 50 cm Brennweite passirten. Die Compensationsplatte befand sich in der entsprechenden Seitenwand des Schirmkästchens. Die Versuche wurden wieder alternirend ohne Platten und Linsen und mit denselben ausgeführt; das Verhältniss $\frac{N_1}{N}$ (welches bei gleichem Verlustfactor von Platte und Linse stets = 1 sein müsste) bezieht sich auf die nach beiden Methoden erhaltenen Lichtstärken.

VIII. Petroleum- und Gasbrenner.

Ohne Platte und Linse:	Petrol.-Br. mit Pl. von 4,8 mm. Gasbr. mit Linse von 18 cm.
a_1 = 61,3 cm	55 cm
61,5 »	55,2 »
61,2 »	55,1 »
61,4 »	55,2 »
a_1 = 61,35 cm	a_1 = 55,125 cm
a_3 = 140 »	a_2 = 80 »
N = 1,643	a_3 = 100 »
	N_1 = 1,730

$$\frac{N_1}{N} = 1,052$$

Ohne Platte und Linse:	Petrol.-Br. mit Pl. von 4,8 mm. Gasbr. mit Linse von 50 cm.
a_1 = 61,6 cm	49,6 cm
61,6 »	49,6 »
61,7 »	49,5 »
61,6 »	49,4 »
61,5 »	49,4 »
61,5 »	49,5 »
61,5 »	49,5 »
a_1 = 61,57 cm	a_1 = 49,5 cm
a_3 = 140 »	a_2 = 75 »
N = 1,623	a_3 = 100 »
	N_1 = 1,633

$$\frac{N_1}{N} = 1,006$$

IX. Gasbrenner und Incandescenzlampe (Müller's System).

Ohne Platte und Linse:	Gasbr. mit Platte von 1 mm. Incand.-Lampe m. Linse v. 50 cm.
$a_1 =$ 71,6 cm	58,4 cm
71,4 »	58,3 »
71,4 »	58,4 »
71,5 »	58,5 »
$a_1 =$ 71,5 cm	$a_1 =$ 58,4 cm
$a_3 =$ 150 »	$a_2 =$ 85 »
$N =$ 1,205	$a_3 =$ 110 »
	$N_1 =$ 1,235

$$\frac{N_1}{N} = 1{,}024$$

Ohne Platte und Linse:	Gasbr. mit Platte von 4,8 mm. Incand.-Lampe m. Linse v. 50 cm.
$a_1 =$ 71,6 cm	58,6 cm
71,5 »	58,5 »
71,5 »	58,5 »
71,5 »	58,6 »
$a_1 =$ 71,5 cm	$a_1 =$ 58,55 cm
$a_3 =$ 150 »	$a_2 =$ 85 »
$N =$ 1,205	$a_3 =$ 110 »
	$N_1 =$ 1,220

$$\frac{N_1}{N} = 1{,}012$$

Uebereinstimmend mit den vorherigen Versuchen zeigt sich auch hier wieder, dass die Linse von 18 cm Brennweite einen geringeren Verlust herbeiführte als eine planparallele Platte von 4,8 cm Dicke, sodass bei gleichzeitiger Anwendung beider ein um 5,2 Procent zu hohes Resultat der Lichtstärke des Gasbrenners herbeigeführt wurde. Dagegen ergab bei Gaslicht die Messung mit Anwendung derselben Platte und der Linse von 50 cm Brennweite fast vollkommen dasselbe Resultat, wie die directe Messung ohne Benutzung derselben. Ganz denselben Erfolg hatten die mit elektrischem Incandescenzlicht durchgeführten Versuche. Die Abweichungen des Resultates der Messung mit Linse und Platte von der directen Bestimmung betragen hier nur 1 resp. 2 Procent. Das Princip der Compensation des von der Linse herrührenden Lichtverlustes durch eine planparallele Platte erscheint somit für die praktische Photometrie wohl anwendbar.



Die Aenderung

der

osmotischen Erscheinungen und Gesetze

durch

die strömende Bewegung der Flüssigkeiten

und

die Abhängigkeit dieser Aenderung

von der verschiedenartigen Natur und Porosität der Diaphragmen,

nachgewiesen an der

Exosmose ruhender und strömender Kochsalz-Lösungen durch Membranen und poröse Platten.

Ein

experimenteller Beitrag zur Diffusionslehre

nebst

Andeutungen über die wissenschaftliche und technische Verwerthung der neuen Beobachtungen.

Von

Dr. F. Wibel.

Seiner Magnificenz

Herrn Bürgermeister Dr. G. H. Kirchenpauer,

dem naturwissenschaftlichen Forscher,

dem Ehrenpräsidenten des Naturwissenschaftlichen Vereins,

dem unermüdlichen Förderer
aller wissenschaftlichen Bestrebungen in Hamburg,

zur Erinnerung

an die Feier seines 50jährigen Doctorjubiläums

am 8. August 1881

in aufrichtiger Ergebenheit

der Verfasser.

Vorwort.

Die auf nachstehenden Blättern der Oeffentlichkeit übergebenen Untersuchungen sind als Fundamental-Versuche zu betrachten, welche die Einführung eines neuen Gesichtspunktes in das Experimental-Studium der Diffusions-Erscheinungen schildern und dessen Berechtigung darthun sollen. Schon hieraus erklärt sich, warum der rein experimentellen Seite die eingehendste, auf tabellarische und graphische Anschauung in wechselseitiger Ergänzung sich stützende, Erörterung gewidmet worden ist und gewidmet werden musste. Je complicirter die Erscheinungen selbst, je überraschender die Beobachtungsresultate waren, umsoweniger durfte die Anführung der speciellsten Versuchsdaten und eine gewisse Breite der Darstellung unterbleiben, damit eine objective Kritik des Experimentes und ein richtiges Verständniss seiner Ergebnisse ermöglicht werde.

Auf die Entwicklung theoretischer Schlussfolgerungen sowie auf eine mathematisch-physikalische Behandlung des Gegenstandes habe ich sogut wie ganz verzichten zu müssen geglaubt. Dagegen konnte ich mir nicht versagen, die Verwerthbarkeit der neuen Beobachtungen für verschiedene wissenschaftliche Disciplinen sowie für technische Gebiete sei es andeutungsweise zu berühren, sei es ausführlicher zu beweisen. Denn schon auf Grund dieser ersten Fundamental-Versuche scheinen sich mir verheissungsvolle Perspectiven nach manchen Richtungen zu eröffnen. —

Ausgeführt sind die sämmtlichen Untersuchungen im hiesigen Chemischen Staats-Laboratorium und muss ich vor Allem die ausdauernde und thatkräftige Hülfe, welche mir der Assistent der Anstalt, Herr *Dr. Ad. Engelbrecht,* zu Theil werden liess, mit lebhaftestem Danke anerkennen.

Hamburg, December 1882.

Dr. F. Wibel.

Inhalt.

Einleitung.

Nachdem schon im Jahre 1748 durch *Nollet* und dann wieder in den Jahren 1811—12 durch *G. F. Parrot*[1], *Sömmering*[2] und *N. W. Fischer* die ersten Beobachtungen gemacht waren, welche in das heute unter dem Namen Osmose zusammengefasste Gebiet von Erscheinungen gehören, nachdem dann der letztere Forscher in 1814/15 und 1821/22 eingehendere Studien veröffentlicht hatte[3], brachte *R. J. H. Dutrochet*[4] in den Jahren 1826 und 27 seine Untersuchungen und Anschauungen zur Kenntniss, welche ihn als den eigentlichen Entdecker dieses Theiles der Diffusionslehre erscheinen lassen, wie denn auch thatsächlich die bis jetzt herrschenden Ausdrücke Exosmose und Endosmose von ihm herrühren. Seit jener Zeit haben sich Physiker, Chemiker und Physiologen, sowohl Forscher ersten Ranges, als auch solche von bescheidenerer Stellung, unablässig mit den interessanten und räthselvollen Erscheinungen beschäftigt. Man braucht nur die Namen *G. Magnus, Fick, Jolly, Th. Graham, Liebig, Beilstein, E. Brücke, Vierordt, C. Ludwig, Traube, W. Pfeffer*, u. A. zu hören, um sicher zu sein, dass unsere Erkenntniss dieser Vorgänge im Grossen und Ganzen wie im Einzelnen grosse Fortschritte gemacht haben wird. Sind wir freilich — in welcher Annahme ich nicht zu irren glaube — auch heute noch von einer wirklichen Erklärung, von einer Auffindung der eigentlichen Ursache für die Osmose ebensoweit entfernt, wie von einer wissenschaftlich begründeten allgemeinen Theorie derselben, so haben wir doch durch die bisherigen Forschungen nicht nur ein grosses Beobachtungsmaterial und damit werthvolle Einblicke in die Wirksamkeit der einzelnen Factoren gewonnen, aus denen sich die Gesammterscheinung zusammensetzt und von denen sie abhängig ist, sondern wir haben auch die ausserordentliche Bedeutung der Osmose für die Thier- und Pflanzenphysiologie, ja auch für praktisch-chemische und technische Processe in ungeahnter Weise kennen und würdigen gelernt. Je grösser darnach die Rolle erscheint,

---

[1] Georg Friedr. Parrot, Theoret. Phys. II, p. 331.

[2] S. Th. von Sömmering, Denkschr. d. München. Akad. 1811 u. 12. p. 273.

[3] N. W. Fischer, Abh. Berl. Akad. d. W. 1814 u. 15 p. 241; Gilbert, Ann. Bd. 72 (1822) p. 300; Pogg. Ann. Bd. 11. (1827) p. 126.

[4] Dutrochet in Ann. Chim. Phys. T. 35. (1827) p. 393. Pogg. Ann. Bd. 11. (1827) p. 138.

welche diesem Vorgange zukommt, um so schmerzlicher wird man den Mangel einer »Theorie« desselben vermissen, und um so lebhafter wird man wünschen, durch weiteres Studium gerade jener Factoren, welche auf ihn Einfluss üben, den Zeitpunkt vorzubereiten, an welchem jener Mangel von berufener Seite gehoben zu werden vermag.

Die Bedeutung der specifischen Natur der Diaphragmen, der Art der Salze oder anderen diffundirenden Substanzen, der Concentration und Concentrationsdifferenz der Lösungen, der Imbibition, des Druckes, der Temperatur u. s. w. für die osmotischen Erscheinungen ist uns nach qualitativer wie quantitativer Richtung durch die bisherigen Arbeiten soweit klar gelegt, dass wir ein allgemeines Urtheil über ihren Einfluss besitzen. Dagegen ist, wie es scheint, ein anderer Factor bis jetzt auffallenderweise ganz ausser Acht gelassen: die strömende Bewegung der betr. Lösungen oder Flüssigkeiten.[1] Wenigstens ist es mir nicht gelungen, in der einschlägigen Literatur, soweit mir dieselbe zu Gebote stand, irgend eine Untersuchung aufzufinden, welche diesem Momente bei der Diffusion allgemeine oder experimentelle Berücksichtigung geschenkt hätte. Alle mir zur Kenntniss gelangten umfangreicheren Arbeiten und Versuche beziehen sich stets und ausschliesslich auf die Membran-Diffusion (Osmose) bei beiderseits ruhenden Flüssigkeiten und wo etwa einmal aus anderen Gründen mit bewegten Lösungen experimentirt wurde, da ist eben dieser Variation der Versuchsbedingungen keine weitere Beachtung zugewendet. Auffallend aber glaube ich jenen Umstand deshalb nennen zu dürfen, weil ja gerade die zahllosen Anwendungen der Osmose auf die Erklärung physiologischer Vorgänge kaum anders berechtigt waren, als wenn dort bewegte Flüssigkeiten die Grundlage der Fundamental-Versuche, wie hier die der natürlichen Processe gebildet hätten, und weil diese Erkenntniss sofort und längst zum Studium der Osmose bei strömenden Lösungen hätte führen müssen. Wenn — wie von manchen Seiten behauptet wird — unsere bisherige Kenntniss des physikalischen Vorganges der Osmose den von Seiten der Physiologie gehegten Erwartungen nicht entsprochen, wenn vielmehr gegenüber den anfangs hochgespannten Hoffnungen eine gewisse Enttäuschung Platz gegriffen hat, — sollte dies nicht zum Theil mit daran liegen können, dass jene allerfundamentalsten Verhältnisse (dort ruhende, hier strömende Flüssigkeiten) so ganz verschiedenartige gewesen sind?! Ich für meinen Theil wage dies nicht direct zu behaupten, allein die Möglichkeit möchte ich ebensowenig bestreiten lassen, und mich dem Glauben hingeben, hierin die Zustimmung derer zu finden, welche aus den nachfolgenden Blättern den merkwürdigen und quantitativ bedeutenden Einfluss einer verhältnissmässig geringen strömenden Bewegung der Flüssigkeit auf den Gang der Osmose erkannt haben.

Diesen Nachweis auf rein experimentellem Wege zu erbringen ist nun der Hauptzweck meiner hier mitgetheilten Untersuchungen; sie sollen also eben so sehr eine Lücke in unserem rein physikalischen Wissen über die Osmose ausfüllen, wie ihre Anwendbarkeit auf andere Erscheinungen und Processe erweitern. Den ersten Anstoss

[1] Hiermit ist selbstverständlich nicht die osmotische Strömung, welche mit dem Austausch der Lösungsbestandtheile durch das Diaphragma verknüpft ist, zu verwechseln.

zur Inangriffnahme der Arbeit gab mir eine scheinbar fernliegende Frage, nämlich diejenige, warum die Siele (Abfuhrkanäle) einer Stadt den Bodenuntergrund derselben nicht verunreinigen. Zur Aufstellung dieser Frage — über deren Berechtigung an sich wir uns ganz am Schlusse dieser Blätter noch unterhalten werden — gelangte ich bei meinen Untersuchungen über die Fluss- und Bodenwässer Hamburgs[1] und suchte schon damals die Antwort in der Vermuthung, dass „die Membran-Diffusion bei strömenden Flüssigkeiten ganz andern Gesetzen gehorche". Zunächst war diese Vermuthung allerdings wieder nur aus einer Speculation hervorgegangen: da die Porosität die Grundbedingung für osmotische Processe ist, da beim Vorüberströmen bewegter Flüssigkeiten an engen Röhrenöffnungen unter gewissen Umständen ein Ansaugen d. h. also eine Druckdifferenz in negativem Sinne (zum statischen Druck der strömenden Flüssigkeit) hervorgerufen wird, so wollte es mir auch denkbar erscheinen, dass eine in einer porösen Röhre (Siel) strömende Flüssigkeit einen hinreichend starken negativen Druck in den Porenkanälen erzeuge, um lediglich eine endosmotische Aufsaugung zur Geltung kommen zu lassen, jede exosmotische Ausschwitzung aber aufzuheben. Wäre also diese Vorstellung im Allgemeinen richtig, so müsste die Exosmose bei strömenden Flüssigkeiten stets verringert oder gar auf Null reducirt, die Endosmose aber dieses ihres Charakters ganz entkleidet und zu einer rein mechanischen Aufsaugung werden. Auch experimentell war ich dieser Untersuchung bereits bei Abfassung jener Schrift nahe getreten und habe (a. a. O. S. 64.) zwei Versuchsreihen an je zwei aus Alabaster-Gyps gegossenen Röhren mit ruhender und strömender Kochsalz-Lösung gleicher Concentration angeführt, bei welchen der Austritt von Chlor nach ca. 2 Stunden immer nur in dem ruhenden, nicht aber in dem strömenden Versuche nachgewiesen werden konnte. Die Bestätigung, welche hierdurch meiner Voraussetzung erwuchs, reizte mich zur Fortsetzung derartiger Versuche, und als ich nun sehr bald auch zu ganz entgegengesetzten Resultaten gelangte, welche alle jene Annahmen und Entwickelungen über den Haufen zu werfen schienen, hielt ich mich verpflichtet, die ganze Frage in gründlichster und exactester Weise und von rein wissenschaftlichen Gesichtspunkten geleitet zu experimenteller Prüfung und Lösung zu bringen.

Dass mit dieser Aufgabe sehr erhebliche Schwierigkeiten verknüpft sind, wurde mir allmählich nur allzu deutlich; ja es sind dieselben gerade nach der rein praktisch experimentellen Richtung hin so gross, dass nicht nur mehrere Jahre darüber verflossen, bis ich zu der Conftruction eines brauchbaren Apparates kam, sondern auch die Ausführung der Versuche selbst sich über Jahre hinaus erstrecken musste. Wird dadurch verständlich, warum ich erst nach Verlauf von 6 Jahren im Stande bin, jener damals aufgeworfenen Frage eine theilweise Beantwortung in befriedigendem Grade zu geben, so dürfte vielleicht auch andrerseits darin die Erklärung für die früher als »auffallend« bezeichnete Thatsache gefunden werden können, dass bisherige Forscher auf dem Gebiete der Osmose das Moment der Strömung ganz unberücksichtigt gelassen haben.

[1] F. Wibel, die Fluss- und Bodenwässer Hamburgs. Hamb. 1876, 4°. p. 61 ff.

Sobald man sich nämlich an die Durchführung der Versuche in weiterem Umfange macht, wird man sehr bald gewahr, dass eine Anordnung wie die im J. 1876 publicirte keine klaren und bestimmten Ergebnisse liefert. Zahllose Versuche mit Gypsröhren, mit Röhren aus Pergamentpapier u. s. w. gaben stets unklare Bilder, je nachdem man die Versuchsbedingungen variirte. Ebenso stellte sich heraus, dass anders eingerichtete nach dem Principe des Dutrochet'schen Endosmometers construirte Apparate gleich ungenügend arbeiteten, so lange sie in ihren Dimensionen bescheiden blieben, und es musste also zuletzt der Entschluss gefasst werden, dieselben in dem grossen Maassstabe auszuführen, wie sie auf den nächsten Seiten beschrieben sind. Damit wachsen aber natürlich andere experimentelle Hemmnisse; so grosse Apparate verbrauchen zunächst enorme Wassermengen für die Strömung z. B. im Maximum meiner Versuche etwa 4—5 Cubikmeter pro Versuch, in deren Besitz man sich nur durch grosse von der städtischen Wasserleitung versehene Reservoirs setzen kann; ebenso erheblich und daher auch finanziell zu berücksichtigen wird der Verbrauch von Salz, so z. B. im Maximum meiner Versuche bis zu 100 Kilogramm Kochsalz pro Versuch.

Die Nothwendigkeit eines grösseren Maassstabes der Apparate ergab sich nach meinen vielfachen Erfahrungen daraus, dass man gegenüber der so ausserordentlich complicirten, von so vielen Factoren abhängigen Erscheinung der Osmose an sich nicht nur in der Lage sein muss, alle diese Factoren so vollkommen zu beherrschen und eben deshalb auch auszuschliessen, dass die reine Wirkung der »Strömung« zu Tage tritt, sondern dass man auch im Stande ist, den Verlauf eines osmotischen Versuches im Einzelnen exact zu verfolgen. Setzt diese letztere Bedingung eben nur die Möglichkeit voraus, in verschiedenen Zeitintervallen Proben zur Erkennung des quantitativen Standes zu entnehmen, so bringt die erstgenannte Bedingung eine Reihe der allermisslichsten dem Experimentator gestellten Aufgaben, deren Aufzählung im Einzelnen später unerlässlich wird. Hier sei nur einer der schwierigsten kurz Erwähnung gethan: es ist die Herstellung eines constanten und auf beiden Diaphragmenseiten gleichen Seitendruckes. Denn wenn eine Wirksamkeit der Strömung im Sinne einer durch sie erzeugten Druckdifferenz als Ursache bestehen sollte, dann ist grade jede andere Ungleichheit des Druckes völlig zu eliminiren, da wir ja sei den frühesten Untersuchungen hinlänglich wissen, dass die Osmose schon dadurch wesentlich beeinflusst wird. Dazu kommt aber noch, dass in neuerer Zeit, so besonders in der jüngst erschienenen interessanten Abhandlung von *C. W. Runeberg*[1], mit Recht die Aufmerksamkeit auf die Filtration durch Membranen bei relativ geringen Ueberdrucken gelenkt worden ist, mithin auch diese mögliche Fehlerquelle bei meinen Versuchen ausgeschlossen werden musste, was eben nur durch Innehaltung gleichen Druckes möglich war. In Folge z. B. dieser Vorschriften konnten wegen der in dem Staats-Laboratorium bestehenden Einrichtungen die Versuche ausschliesslich in den Ferienzeiten und unter Verzicht auf

[1] C. W. Runeberg, über die Filtration von Eiweiss-Lösungen durch thierische Membranen. Arch. f. Heilkde. Leipzig 18. Jahrg. (1877) p. 1 ff.

alle andern die Wasserleitung berührenden Arbeiten vorgenommen werden, da sonst von einem gleichmässigen Drucke und einer gleichmässigen Strömung in dem Apparat niemals hätte die Rede sein können.

Nicht ohne Absicht berühre ich schon in diesen einleitenden Worten die vielen auftauchenden Schwierigkeiten und Mühen, welche mit den nachstehenden Untersuchungen verknüpft sind. Denn wenn ich auch der Hoffnung lebe, sie alle soweit überwunden zu haben, um die Resultate als im Ganzen vorwurfsfrei ansprechen zu können, so möchte ich doch in ihnen die Erklärung dafür bringen, dass und warum meine Untersuchungen immerhin noch viel fragmentarischer sind, als Mancher sie wünschen möchte. Ich selbst werde nicht verfehlen auf diese Lücken aufmerksam zu machen, und mich freuen, wenn dieselben andere günstiger situirte Forscher zur Fortsetzung meiner Arbeiten anregen.

Und nun zum Schlusse noch eine kurze Bemerkung. Wenn im Laufe der Darstellung die Ausdrücke »ruhende«, »strömende Diffusion«, »ruhende«, »strömende Versuche« oder »Versuche ruhend — strömend« gebraucht werden, so wolle man an diesen ebenso unschönen wie unlogischen Bildungen keinen Anstoss nehmen; sie sollen eben Abkürzungen für langathmige Umschreibungen sein, die ebenso unschön und ungleich langweiliger wären. Begegnet man ferner schon in den Ueberschriften einer verschiedenen, bisher nicht gebräuchlichen, Bezeichnung der Diaphragmen als »kryptoporöse« »phanero-, mikro- und makroporöse«, so halte man auch dies nicht für willkührliche Seltsamkeit, sondern beachte die späteren Auseinandersetzungen, in denen gerade eine genauere und naturgemässe Classification der Porosität fester Körper als ein nicht uninteressantes Neben-Ergebniss meiner Untersuchungen dargelegt wird.

I. Experimenteller Theil.

A. Die Apparate und Versuche.

Die Apparate.

1. Der Apparat für strömende Diffusion.

Da sich, wie bereits erwähnt, durch die vielfachen Vorversuche herausgestellt hatte, dass man, um die Gesammterscheinung im Einzelnen und in exakter Weise verfolgen zu können, den Apparat thunlichst gross und für die fortschreitende Prüfung leicht zugänglich construiren müsse, so habe ich die im Nachstehendem angeführten und in den Fig. 1—4 zur Anschauung gebrachten Einrichtungen und Maassverhältnisse als die zweckmässigsten erkannt und deshalb durchweg festgehalten.

Der wichtigste Theil ist zunächst der eigentliche Diffusator F, mit welchem Namen ich das cylindrische, aus einem »Rollglase« hergestellte Glasgefäss belege, dessen untere durch Abschneiden des Bodens und Abschleifen der Ränder erzielte weite Oeffnung durch das diffundirende Diaphragma (Membran oder poröse Platte) f verschlossen wird, während die obere engere Halsöffnung zur Entnahme der Flüssigkeitsproben dient. Damit speciell die Membranen bei dem in gewohnter Weise vorgenommenen Ueberspannen recht dicht schliessen und jeden anderweitigen Durchgang der Flüssigkeiten unmöglich machen, ist die untere Aussenwand des Diffusators etwa 3 Ctm. weit mattgeschliffen, wodurch sich die Membranen dichter anlegen. Die letzteren werden dann mit feinem starkem Zwirn sehr sorgfältig umbunden und zuletzt wiederholt mit Schellackfirniss überstrichen. Die zur Anwendung kommenden porösen Platten werden mit Harzkitt oder mit Siegellack in den Diffusator eingesetzt. Zur Benutzung gelangten im Laufe der Untersuchung fünf solcher Diffusatoren, bezeichnet mit I, II, III, IV, V, deren Höhe annähernd gleich 13 Ctm. war, während der äussere Durchmesser zwischen 5,3—5,5 Ctm. schwankte und der innere wegen der ungleichen, Wandstärke sich in ähnlichen Grenzen bewegte. Da aber gerade von diesem inneren Durchmesser derjenige der diffundirenden Diaphragmen abhängig, somit auch die diffundirende Fläche an den verschiedenen Diffusatoren nicht völlig gleich ist, so erhellt schon aus diesem Umstande, dass für die Folge nur diejenigen Versuchsreihen in aller Strenge mit einander direct vergleichbar sein werden, welche mit einem und demselben Diffusator angestellt wurden. An

dieser Vorbedingung ist denn auch bei allen späteren Betrachtungen und Schlussfolgerungen unabänderlich festgehalten worden.

In einem entsprechenden, weiter unten zu begründenden, Abstande von der Basis des Diffusators F befindet sich ein massiver Messingring aussen aufgekittet, an welchem eine sehr gut gearbeitete Schraube eingeschnitten ist, mittels welcher derselbe in das Strömungs-Gefäss E absolut dicht und stets gleich weit eingeschraubt werden kann. Dieser zweitwichtigste Theil des Apparates hat, einerseits um nicht unnöthig viel strömende Salzlösung zu verbrauchen, andererseits aber auch um nicht den Diffusator F zu eng einzuschliessen und so Störungen in jener zu veranlassen, welche wieder eine gleichmässige und berechenbare Geschwindigkeit derselben längs des Diaphragma beeinträchtigen würden, in seinem 9 Ctm. langen Mittelstück einen thunlichst genauen elliptischen Querschnitt erhalten und zwar im Lichten gemessen von 8 Ctm. grosser und 4,8 Ctm. kleiner Axe. (Siehe Figur 3). An jedem Ende trägt dieses Mittelstück einen aufgelötheten gleichmässig sich verjüngenden Trichter von $9^1/_2$ Ctm. Länge (resp. Kegelhöhe), der in ein Ansatzrohr von 6 Ctm. Länge und 1 Ctm. lichtem Durchmesser ausläuft. Somit hat das ganze aus kräftigem und gut verzinntem Kupferblech gearbeitete Gefäss E eine Gesammtlänge von 40 Ctm. und in seiner Bauart eine möglichste Gewähr für eine gleichmässige Strombewegung der durch das eine Ansatzrohr eintretenden Flüssigkeit. Auf der einen flachen Seite von E, genau parallel der grossen Axe des Querschnittes, ist ein kreisrunder Ausschnitt in den Mantel gemacht und mit einem aufgelötheten Messingring versehen, in welchen die Schraube an den Diffusatoren dicht einpasst, und zwar ist die Länge derselben und deren Stellung an letzteren so bemessen, dass bei vollständigem Einschrauben die Ebene der unteren Oeffnung aller verschiedenen Diffusatoren genau in die Längsaxe des Gefässes E fällt. Bei horizontaler Lage der grossen, und vertikaler der kleinen Axe des Querschnittes wird also der Diffusator F selbst völlig vertikal stehen und gerade bis in die Mitte von E reichen (Fig. 1 und 3). Um diese Einstellung und zugleich auch die horizontale Erstreckung der ganzen Längsaxe vollständig sicher zu stellen, was für die inneren Druck- und Strömungsverhältnisse, sowie für die richtige Messung des Flüssigkeitniveaus im Diffusator F von grosser Wichtigkeit ist, sind an dem Gefässe E in sorgfältigster Weise zwei Libellen i von $5^1/_2$ Ctm. Länge in entsprechender Stellung zu einander angebracht (Fig. 2). Behufs Erkenntniss des im Innern und zwar in dem Mittelschnitt der Diaphragma-Ebene factisch herrschenden Druckes geht ferner ein Manometerrohr M in der Längsebene von E, also vertikal, genau bis zur Längsaxe, so dass dasselbe den Druck angiebt, welcher in dem mit dieser Längsaxe zusammenfallenden strömenden Flüssigkeitsfaden herrscht und welcher als jener mittlere Druck im Innern von E überhaupt angesehen werden muss. Die Messung dieses Druckes sowohl, als auch zugleich des Niveaus im Diffusator F gestattet der in halbe Centimeter getheilte Maassstab k mit Zeiger, dessen Nullpunkt ebenfalls in die Längsaxe von E gelegt ist, obschon er natürlich nicht ins Innere reicht (Fig. 1 und 2). Aus dieser Beschreibung ergiebt sich nun ohne Weiteres, dass der für die Bestimmung der mittleren Stromgeschwindigkeit an dem Diaphragma in Betracht kommende in der Medianebene

Fig. 1.
$^3/_{10}$ nat. Grösse.

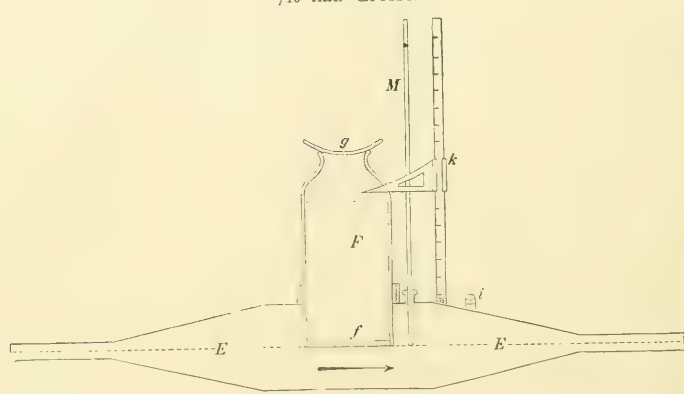


Fig. 2.
$^3/_{10}$ nat. Grösse.

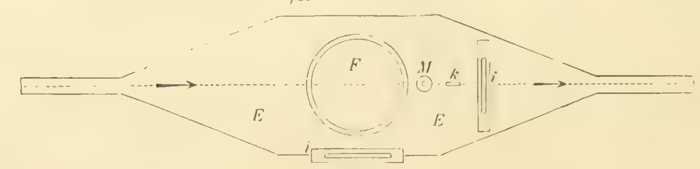


Fig. 3.
$^3/_{10}$ nat. Grösse.

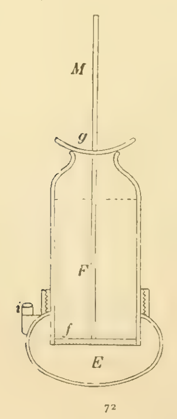
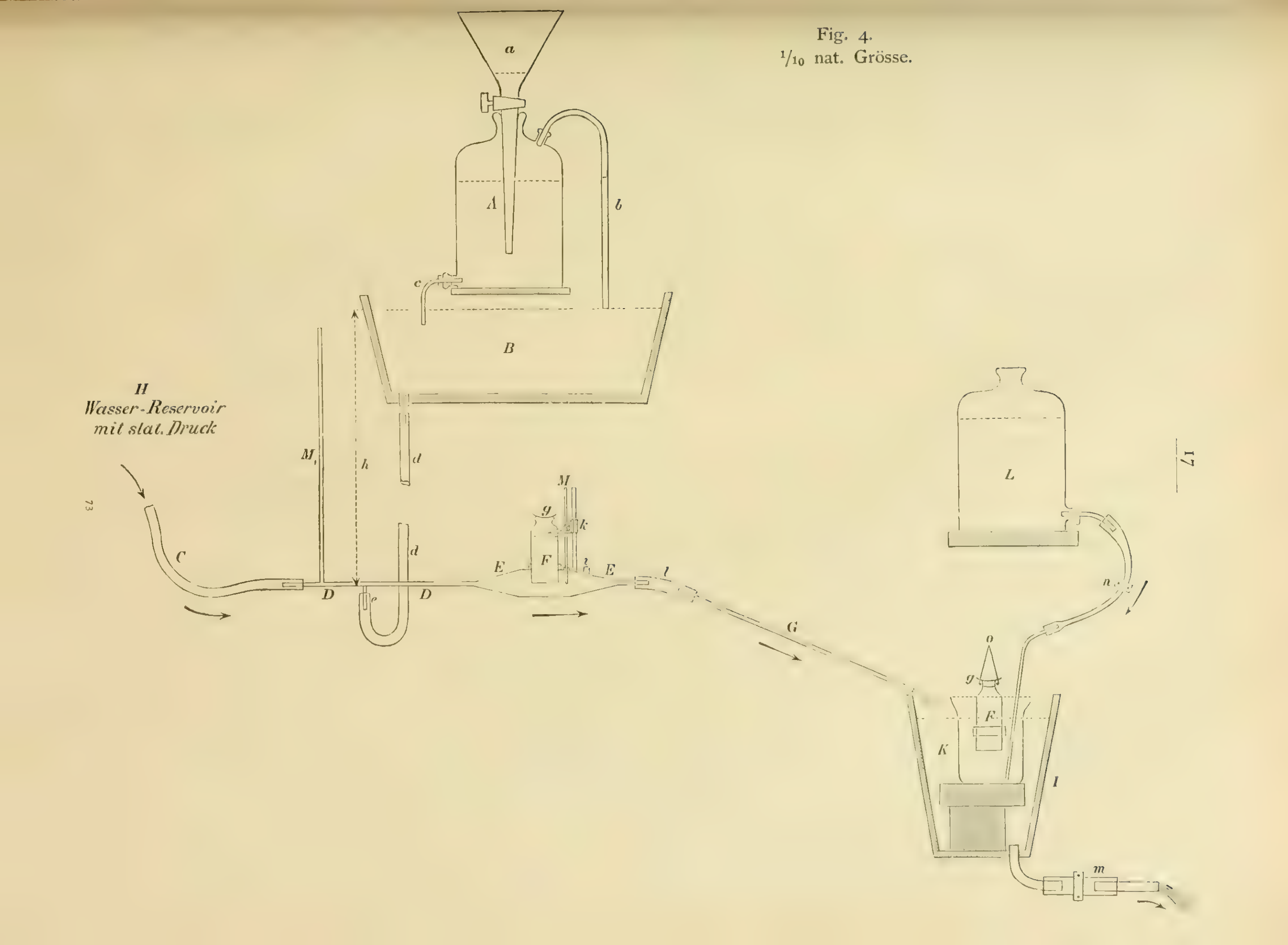


Fig. 4.
$^1/_{10}$ nat. Grösse.



liegende Querschnitt aus der Differenz hervorgeht zwischen dem Gesammtquerschnitt von E und dem Flächenstück, welches sich (Fig. 3) aus dem äusseren Durchmesser des Diffusators F (im Mittel = 5,4 Ctm.), den beiden in das Innere hineinreichenden Seitenstücken von F und dem von letzteren eingeschlossenen elliptischen Bogentheile construirt.

Der Gesammtquerschnitt von E berechnet sich $= a\,b\,\pi = \frac{3}{2} \cdot \frac{4,8}{2} \cdot 3,1416 = 30,16$ □ Ctm., das betreffende Flächenstück nach einfachen mathematischen Regeln = 11,90 □ Ctm., mithin der für die Geschwindigkeits-Berechnung gültige Querschnitt = 18,26 □ Ctm. Dabei soll allerdings nicht verkannt werden, dass dieser berechnete Querschnitt nicht völlig der Wahrheit entsprechen dürfte, weil ja die Diffusatoren etwas abweichende äussere Durchmesser besitzen und weil der wirkliche Querschnitt des Gefässes E sicherlich nicht eine mathematisch-exacte Ellipse darstellt, worauf doch obige Berechnung sich gründet; allein die hieraus entspringenden Fehler werden an sich nur sehr geringfügige sein. Vor Allem muss aber auch hier gleich hervorgehoben werden, dass es für sämmtliche späteren Untersuchungen und Betrachtungen wesentlich nur auf die genaue Bestimmung der relativen Geschwindigkeiten ankommt, während diejenige der absoluten sich mit annähernd richtigen Werthen begnügen darf.

Um nun mit den bisher beschriebenen Apparaten E und F die beabsichtigten Untersuchungen ausführen zu können, war die Zuleitung einer bewegten (strömenden) Salzlösung von zwar wechselnder, aber für jede Versuchsreihe gleichbleibender und stets in nämlichen Grade wieder herzustellender Concentration und Stromgeschwindigkeit erforderlich. Bezüglich letzterer war deshalb in erster Linie ein Zuflussreservoir mit einem für jede der verschiedenen Versuchsreihen unveränderten statischen Drucke nothwendig. Hiezu diente das in dem zweiten Stock des hiesigen Laboratoriums aufgestellte Wasserreservoir H (Fig. 4), welches von der städtischen Wasserkunst mit Elbwasser gespeist wird und mit Schwimmhahn versehen einen unveränderlichen statischen Druck für einen bestimmten Ausflusshahn giebt, solange dieser in gleichem Grade geöffnet wird. So betrug derselbe z. B. in dem Arbeitszimmer des ersten Stockes an demjenigen ganz geöffneten Zapfhahn, welcher ausnahmslos bei allen Versuchen zur Anwendung kam, die nicht auf einen stärkeren Druck angewiesen waren, nach direkter Bestimmung mit einem Quecksilbermanometer = 540 Ctm. Wassersäule. Durch Zudrehen dieses Hahnes um eine bestimmte Grösse konnte dieser Wasserdruck d. h. also auch ceteris paribus die Stromgeschwindigkeit entsprechend verringert werden. Wurden jedoch die Versuche im Keller des Laboratoriums, also bei erhöhtem und für denselben Zapfhahn wiederum gleichem statischem Drucke ausgeführt, so war auch eine grössere Stromgeschwindigkeit zu erzielen. Die Zuleitung dieses Wasserstromes von den resp. Zapfhähnen erfolgte stets durch dasselbe Kautschukrohr C, welches gut und dicht auf das eine Ansatzrohr des Gefässes E passte. Es sollte ja nun aber nicht bloss ein Strom Wassers, sondern der einer Salzlösung von einer beliebig zu variirenden, indess ihrer Stärke nach stetigen Concentration zugeführt werden, damit die

exosmosirende Wirkung an dem Diaphragma f sich offenbare. Um dies zu erreichen, musste von Vorneherein auf ein blosses Hineinwerfen des betreffenden Salzes in das genannte Wasserreservoir verzichtet werden; denn ganz abgesehen von dem Uebelstande, dann die ganze Wasserzufuhr für die sonstigen Arbeiten des Laboratoriums dadurch verunreinigt zu sehen, war auf diesem Wege eine gleichbleibende Concentration der Lösung am allerwenigsten zu erwarten, weil die gleichmässige Durchmischung eines so grossen Flüssigkeitsquantums an sich schon zur Unmöglichkeit wird, besonders aber wenn behufs Erhaltung des gleichen statischen Druckes stets frisches Wasser durch den Schwimmhahn zulaufen muss. Ich führte deshalb die Herstellung der Salzlösung von bestimmter Concentration auf einem ganz anderen Wege aus, welcher mit viel sichererem Erfolge verknüpft war und dabei die eigentliche Wasserleitung ganz unberührt liess. Es gelang dies durch Zufuhr von Salzlösung zu dem Wasserstrom kurz vor seinem Eintritt in das Gefäss E in nachstehender Weise.

An das eine Ansatzrohr von E wurde ein ca. 30 Ctm. langes, 1 Ctm. im Lichten weites messingenes Zwischenrohr D angeschraubt und seinerseits mit dem Kautschukrohr C verbunden. An D war in einem Abstand = 15 Ctm. von jenem Ansatzrohr, also = 21 Ctm. von dem Trichter des Gefässes E, ein seitliches kurzes Ansatzrohr e von $^1/_2$ Ctm. Weite angelöthet, welches mittels eines entsprechend weiten und langen Kautschukschlauches d mit einem Reservoir B in Verbindung stand. Dieses war mit einer mehr oder minder concentrirten Lösung des Salzes gefüllt und konnte in verschiedene Höhen gestellt werden, so dass die neue Druckhöhe h variabel, aber genau messbar war. Offenbar musste nun die aus B herabfliessende Salzlösung sich dem Wasserstrome in D beimischen und demselben eine von der Concentration in B und der Druckhöhe h abhängige, aber gerade dadurch regulirbare Concentrationsgrösse verleihen. Freilich war mit diesem Verfahren die mögliche Fehlerquelle verknüpft, dass eine hinreichende Durchmischung der durch e zugeführten starken Salzlösung mit dem Wasserstrom bis zum Diaphragma f nicht eintreten könnte und demnach die hier wirksam werdende Exosmose wesentlich und in wechselndem Grade beeinflusst werden würde. Allein zahlreiche Vorversuche mit gefärbten Flüssigkeiten in einem dem Gefässe E nachgebildeten gläsernen Apparate haben mir den Beweis geliefert, dass jene Durchmischung vollständig erreicht wird, wenn man das Ansatzrohr e vertikal nach unten stellt, so dass also der Salzstrom von unten eintritt, weil dann der letztere schräg in die Höhe gerissen und sonach schnell mit dem eigentlichen Wasserstrom vermischt wird. Andernfalls — wenn man diese Bedingungen nicht erfüllt — ziehen sich einzelne Fäden des concentrirten Salzstromes in dem Wasserstrom längs der oberen Fläche des Rohrstückes von D und des Gefässes E, und man hat keine Garantie mehr, dass an dem Diaphragma f ein Strom gleichmässiger Concentration vorbeizieht. Selbstverständlich hat nun weiter die Einschaltung dieses Reservoirs B eine Erhöhung des statischen Gesammtdruckes, unter welchem die Flüssigkeit in E steht, zur Folge, und um für die Beobachtung aller dieser Druckverhältnisse nicht lediglich auf das Manometer M des Gefässes E angewiesen zu sein,

ist an dem Zwischenrohr D jenseits e noch ein zweites Manometer M_1 zur Controlle über den Gang des ganzen Apparates angebracht.

Soll nun ferner diese eben beschriebene Einrichtung des Reservoirs B u. s. w. in geschildertem Sinne richtig functioniren, so ist unerlässlich, dass ceteris paribus die Druckhöhe h für jeden Versuch unveränderlich bleibt. Da aber die Salzlösung ununterbrochen aus B abfliesst, so ist Dies nur zu ermöglichen, falls und solange das Niveau in B unverändert dasselbe ist. Dies könnte durch ein ununterbrochenes Nachfüllen derselben Salzlösung bis zu einer bestimmten Marke bewirkt werden. Allein diesem ebenso lästigen wie immerhin kaum hinreichend sicheren Arbeiten kann in einfacher und zweckmässiger Weise durch die Vorrichtung des Füllgefässes A abgeholfen werden. Dasselbe ruht auf einem das Reservoir B bedeckenden und dadurch zugleich vor Verdunstung schützenden Brette und besteht aus einer grossen Glasflasche, in deren Hals ein grosser, mit Hahn versehener und bis nahe dem Boden von A reichender Glastrichter a luftdicht eingeschliffen ist. An einem zweiten oben befindlichen Tubulus ist eine abwärtsgebogene Glasröhre b angebracht, welche bis auf das beabsichtigte Niveau in B herabreicht, während in den dritten Tubulus am Boden von A ein Knierohr c fest eingekorkt ist, dessen Oeffnung unter dem betreffenden Niveau liegt. Ist nun B und A gefüllt, der Glashahn des letzteren geschlossen und es läuft aus B Salzlösung ab, so wird die untere Oeffnung von b blosgelegt, Luft dringt ein und es fliesst durch c aus A so lange wieder zu Lösung, bis b wieder verschlossen, d. h. das frühere Niveau wieder hergestellt ist. Ich habe diese in grösserem Maassstabe ausführbare Einrichtung viel zweckmässiger gefunden, als alle sonstigen, bekannten Vorbildern nachgeahmten Constructionen. Die Niveauschwankungen — eigentlich nur während des Nachfüllens eintretend — sind sehr unbedeutend und das Nachfüllen in A durch den Trichter a kann in längeren Zwischenräumen geschehen, während welcher man den Apparat im Uebrigen zu beaufsichtigen und zu bedienen vermag.

Wollte man nun mit dem soweit geschilderten Apparate sofort an die Ausführung der Versuche gehen, so würde sich sehr bald herausstellen, dass man auf sehr enge Grenzen der Stromgeschwindigkeit beschränkt bleibt. Denn da an dem Diaphragma f innen und aussen zunächst völlige Druckgleichheit bestehen soll, so könnte der mit Wasser zu füllende Diffusator F von der früher genannten Länge nur einen Innendruck bis zu etwa 13 Ctm. gestatten, welcher unter vorliegenden Verhältnissen nur eine geringe Ausnutzung der statischen Drucke H und h, d. h. also auch nur eine geringe Stromgeschwindigkeit ermöglichen würde. Durch eine sehr einfache Vorrichtung gelingt es, die bei f herrschenden, durch das Manometer M angezeigten Innendrucke in gewissem Sinne ganz unabhängig von den Drucken H und h zu machen, also z. B. unter Festhaltung eines bestimmten Innendruckes M beliebig mit den Druckhöhen H und h oder — was dasselbe sagt — mit den Stromgeschwindigkeiten zu wechseln. Diese Vorrichtung ist das Regulirrohr G, welches mittels des 2—3 Ctm. langen Zwischenschlauches l an das zweite Ansatzrohr von E gefügt ist und demnach beliebig auf- und abwärts bewegt werden kann. Je weiter man dasselbe senkt, desto mehr sinkt auch M, je weniger man es

neigt, desto höher stellt sich M, unbekümmert ob H und h gleich erhalten oder gar erhöht werden, und zwar ist dieser Einfluss des Regulirrohres G ein so empfindlicher, dass man dasselbe vortrefflich umgekehrt zur feineren Normirung des Innendruckes M benutzen kann. Allerdings wird durch diese heberartige Wirkung von G ceteris paribus die Ausflussmenge d. h. Stromgeschwindigkeit vermehrt (beim Senken) oder vermindert (beim Heben), allein dies geschieht in so geringfügigem Grade, dass man es ganz unberücksichtigt lassen kann. Neben der Neigungsgrösse von G, ist aber auch dessen Länge von wesentlicher Bedeutung; für die gewöhnlichen Versuchsreihen im Arbeitszimmer I. Stock genügte eine solche von 50 Ctm.; bei den mit stärksten Drucken resp. Geschwindigkeiten arbeitenden Versuchsreihen im Keller des Laboratoriums musste sie jedoch auf 105 Ctm. erhöht und ziemlich steil abwärts gerichtet werden, um an dem Manometer M den normalen Innendruck = ca. 8 Ctm. zu erzielen. Alles in Allem ist es mir nur durch Anwendung dieses Regulirrohres G möglich geworden, meine Versuche auf so verhältnissmässig weite Grenzen von Stromgeschwindigkeiten auszudehnen, ohne sie mit neuen und complicirten Fehlerquellen zu behaften, und die Durchführung derjenigen Versuchsreihen, (wie XXVIII, XXIX), in welchen während des Versuches das Niveau im Diffusator F erheblich stieg oder sank, hätte geradezu aufgegeben werden müssen oder wäre doch ohne zwingende Beweiskraft geblieben, wenn nicht das Regulirrohr G gestattet hätte, den herrschenden Innendruck M in gleichem Maasse schrittweise zu verändern, so dass der Seitendruck in f trotz Allem beiderseits stets gleich erhalten wurde.

In welchem Umfange der Sicherheit und mit welcher Gleichmässigkeit dieser gesammte Apparat für strömende Diffusion, wie ihn die vorstehende Beschreibung und die linke Seite der Fig. 4 veranschaulicht, sowohl in jeder einzelnen Versuchsreihe, als auch in den verschiedenen Versuchsreihen, sobald nur dieselben Versuchsbedingungen bestanden, gearbeitet hat, mag vorweg unter Hinweis auf die später mitgetheilten einzelnen Versuchstabellen hervorgehoben werden. Man erkennt dort aus den ersten Columnen über Ausflussmenge und Concentration der ausfliessenden Salzlösung, wie gering die betreffenden Schwankungen gewesen sind.

2. Der Apparat für ruhende Diffusion.

Derselbe ist naturgemäss von sehr viel einfacherer Gestaltung, wie auch Fig. 4 (rechte Seite) zeigt. Der Diffusator F, in der unveränderten Form, in welcher er vorher oder nachher zu dem Versuche für strömende Diffusion verwandt wurde, wird an einem Gestellhaken o derartig aufgehängt, dass er bis zu einer bestimmten mit dem Strömungsversuche übereinstimmenden Höhe in ein Cylinderglas K eintaucht. In diesem befindet sich Salzlösung von derselben Concentration wie sie bei dem betr. Strömungsversuch in dem Gefäss E besteht resp. aus dem Regulirrohr G abfliesst. Dieses Glas K steht seinerseits in einem grösseren Eimer I mit dem unteren durch ein Kautschukzwischenrohr und daran befindlichem Schraubenquetschhahn regulirbaren

Ablaufrohr m, um auf diese Weise durch einlaufendes kaltes Wasser den Diffusator sammt äusserer Lösung auf denjenigen Temperaturgrad zu bringen und auf demselben zu erhalten, welche bei dem Strömungsversuch zur Geltung kommt. Da aber bei letzterem überdies die Salzlösung stets die gleiche Concentration besitzt, während sie in dem Cylinder K der fortschreitenden Exosmose entsprechend stets abnehmen und demnach diese Concentrationsdifferenz bei einem Vergleiche der Diffusionsmengen der beiden Versuchsreihen störend einwirken würde, so ist eine weitere Anordnung erforderlich, welche die Lösung in K stets auf der gleichen Concentration erhält. Diese Bedingung erfüllt die Flasche L, welche mit derselben Salzlösung des Strömungsversuches gefüllt ist und am unteren Tubulus einen engen, mit Schraubenquetschhahn versehenen Kautschukschlauch n nebst Glasrohr trägt, aus welch' letzterem vom Boden aus tropfenweise, also ohne irgend wesentliche Bewegung in die Flüssigkeit von K zu bringen, die Erneuerung der Lösung vor sich geht. Dass diese Vorrichtung in völlig genügender Weise gearbeitet hat, ergiebt ein Blick in die unten aufgeführten Versuchstabellen, wo die Columne der Concentration der Salzlösung bei ruhender Diffusion nur sehr geringfügige Schwankungen offenbart.

Die Versuche und ihre Berechnung.

(Vgl. Fig. 4.)

1. Die Versuchsbedingungen.

Die Grenzen, innerhalb welcher man sich bezüglich der für die Versuchsreihen anwendbaren Stromgeschwindigkeiten zu bewegen vermag, hängen bei den einmal gegebenen Dimensionen des im Vorigen beschriebenen Diffusionsapparates allein von den zur Verfügung stehenden statischen Wasserdrucken und den Höhendimensionen der Räume ab, in denen man die Arbeiten vornehmen muss, weil dadurch die Höhenstellung des Reservoirs B und die Länge wie Neigung des Regulirrohres G beschränkt werden. Wenngleich mir nun in dem hiesigen Staats-Laboratorium neben dem früher (S. 18) erwähnten Wasserreservoirdruck auch der direkte Druck der städtischen Leitung bis zu einem Maximum von etwa 26—27 Meter Wassersäule dargeboten war, so konnte doch letzterer schon deshalb nur in geringem Umfange ausgebeutet werden, weil die Raumhöhen hinderten, das Reservoir B hoch genug zu stellen, damit alsdann noch ein hinreichendes Quantum der Salzlösung in das Zwischenrohr D gelange d. h. eine entsprechende Concentration der Lösung in E erzielt werde. In derselben Weise zwang auch der sonst naheliegende Wunsch, mit einem stets gleichen Innendruck in E zu arbeiten (s. oben S. 12), bei der räumlich begrenzten Länge und Neigung des Regulirrohres G, zu einer erheblichen Beschränkung in der Wahl der Geschwindigkeiten. Da — einzelne beabsichtigte Ausnahmefälle abgerechnet — für jenen Innendruck ein solcher = 8,5 Ctm. am Manometer M als der zweckmässigste sich erwies, so

ergab sich nach vielen Vorversuchen aus der wechselweisen Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse, dass man am besten an die Festhaltung dreier verschiedener Stromgeschwindigkeiten sich binde. Die letzteren wurden direkt durch Bestimmung der Ausflussmengen an G per Secunde eruirt und fortgesetzt controllirt, aus denen ja dann mittels des früher (S. 18) gefundenen Werthes für den in Betracht zu ziehenden Querschnitt = 18,26 □ Ctm. die mittleren Geschwindigkeiten selbst leicht zu berechnen waren.

Es ist nun bei allen Versuchsreihen mit folgenden drei absoluten Geschwindigkeiten:

kleinste Geschwindigkeit	b = 3,83	Ctm.	pr.	1 Sec.
mittlere	„	c = 7,67	„	„	„
grösste	„	d = 9,58	„	„	„

gearbeitet worden, die in dem einfachen Verhältnisse 1 : 2 : 2,5 stehen.

Hinsichtlich des für die Versuche zu benutzenden Salzes habe ich mich aus vielen Gründen für die Wahl des Kochsalzes (NaCl) entschieden und dasselbe ausschliesslich verwendet. Schon im Hinblick auf den Kostenpunkt konnte bei den grossen Mengen, welche für die Durchführung der Versuche erforderlich sind, kaum ein anderer Stoff in Betracht kommen. Dazu aber tritt noch die Berücksichtigung, dass andere Salze mit dem unvermeidlich zur Anwendung zu bringenden Elbwasser der städtischen Leitung mancherlei Umsetzungen erlitten haben würden, welche vielfach störend eingewirkt hätten, sowie der Umstand, dass die analytische Bestimmung einerseits der Concentration der Lösungen, andererseits der Diffusionsmengen durch blosse Titration des Chlors die denkbar einfachste und genaueste wurde.

Die Concentration der für die Osmose benutzten, d. h. in E strömenden oder in K ruhenden Kochsalz-Lösung hat man nun ebenfalls nicht mehr ganz in seiner Gewalt, da bei einem gegebenen Innendrucke und einer bestimmten Geschwindigkeit der Zutritt von Salz aus dem Reservoir B sowohl durch die begrenzte Sättigungscapacität als auch durch die begrenzte Höhenstellung desselben limitirt wird. Es hat sich alsbald herausgestellt, dass nur relativ schwache Lösungen zur Verwendung gelangen konnten; allein Dies ist nicht nur kein Nachtheil, sondern vielmehr, wie Jeder, der sich mit Diffusionsversuchen beschäftigt hat, sogar ein Vortheil, sowohl für die Zuverlässigkeit und Richtigkeit der Versuche als auch für die Verwerthung ihrer Ergebnisse nach physiologischer wie technischer Richtung. Die von mir als Norm festgehaltenen Concentrationen waren:

Schwächste Concentration	= 0,85 %	NaCl
Mittlere „	= 1,30 %	„
Stärkste „	= 2,50 %	„

also annähernd in dem Verhältnisse 1 : 1,5 : 3 stehende, und zwar wurde deren Grösse an Proben aus der Ablaufflüssigkeit des Regulirrohres G nach obgenannter Methode bestimmt und im Laufe einer jeden Versuchsreihe wiederholt controllirt.

Um diese Concentrationen unter den verschiedenen vorerwähnten Versuchsbedingungen überhaupt erreichen und bei Wiederholungen je nach Wunsch herstellen

zu können, war selbstverständlich erforderlich, die Druckhöhe h und die Stärke der in B einzufüllenden Kochsalz-Lösung zu variiren, aber in ihren absoluten Werthen für jeden Einzelfall festzusetzen. Auch Dies ist durch zahlreiche Vorversuche geschehen.

Aus dem Zusammenwirken aller dieser Factoren ergiebt sich erst die Herrschaft über und der genaue Einblick in die jedesmaligen Verhältnisse, unter denen eine Versuchsreihe eingeleitet und durchgeführt werden konnte. Bei der Wichtigkeit, welche diesem Momente für eine Beurtheilung oder Wiederholung meiner Versuche von anderer Seite zuerkannt werden muss, sei es gestattet jene Werthe in übersichtlicher Form zusammenzustellen:

Für einen gleichbleibenden Innendruck von $8^1/_2$ — 9 Ctm. am Manometer M entsprachen einander

im Arbeitsraume	Ausfluss-Menge pr. Secunde	Absolute Strom-Geschwind. pr. Secunde	Concentration der ausfliessenden NaCl-Lösung	Concentration der Lösung in B nach Graden Beaumé	Druckhöhe h	Länge des Rohres G
1) Zimmer I. Stock, Zapfhahn halb geöffnet	70 CC.	3,83 Ctm.	2,50 %	16 ° B.	42,5 Ctm	50 Ctm.
2) Zimmer I. Stock, Zapfhahn ganz geöffnet . . . . . (Statischer Druck = 540 Ctm. Wasser.)	140 „	7,67 „	0,85 „	? *)	42,5 „	50 „
3) „ „	140 „	7,67 „	1,30 „	20 ° B.	42,5 „	50 „
4) „ „	140 „	7,67 „	2,50 „	24 ° B.	72,5 „	50 „
5) Keller. Direkter Wasserdruck bei theilweise geöffnetem Hahn. . .	175 „	9,58 „	2,50 „	22 ° B.	112 „	105 „

Durchgeht man die einzelnen Versuchstabellen, wie sie später mitgetheilt werden, so erkennt man, dass die Abweichungen von diesen Normalwerthen selbst in den Extremen nur geringfügig gewesen sind. Es bewegten sich nach den direkten Bestimmungen

die kleinste Ausflussmenge in den Grenzen 69,5— 70 CC.
„ mittlere „ „ „ „ 130—147 „
„ grösste „ „ „ „ 172—178 „
die schwächste Concentration „ „ „ 0,82—0,98 %
die mittlere „ „ „ „ 1,15—1,35 „
die stärkste „ „ „ „ 2,40—2,75 „

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit, mit welcher die gewählten Combinationen arbeiteten, wird dadurch auf das Beste erwiesen. Innerhalb einer jeden einzelnen Ver-

*) In diesen, zu Anfang ausgeführten Versuchen war die Salzlösung durch Lösen von 100 Pfd. Kochsalz in 300 Pfd. Elbwasser bereitet, nicht aber nach Graden Beaumé gemessen worden. Eine nachträgliche Rückberechnung ist unzulässig, weil das käufliche Salz sehr feucht und unrein war.

suchsreihe sind aber jene Schwankungen noch viel unbedeutender, so dass an der Conſtanz der Versuchsbedingungen bezüglich Stromgeschwindigkeit und Concentration der Lösung nicht gezweifelt werden kann.

Von nicht geringerer allgemeiner Bedeutung ist ferner die Fixirung und Messung des Innendruckes im Gefäss E. Aus früher (S. 12, 22) genannten Gründen war ich bestrebt, denselben annähernd gleich für alle Versuchsreihen, absolut gleich für jede einzelne derselben festzuhalten. Für seine Messung war das Manometer M nebst Maassstab k bestimmt. Da jedoch die Angaben des letzteren schon wegen der Capillarität des Manometerrohres nicht dem wahren auf die untere Oeffnung des Diffusators F resp. auf das Diaphragma f wirksamen Druck entsprechen konnten, und da überdies die Möglichkeit sonstiger Druckstörungen durch die Bewegung der Flüssigkeiten vorlag, so wurde auch hier eine direkte Normirung nothwendig. Ein unten offener Diffusator F wurde in E eingeschraubt, der Gesammtapparat in Thätigkeit gesetzt, und nun, indem mittels des Regulirrohrs G alle möglichen Höhenstände in F hervorgerufen waren, die entsprechenden Stände am Manometer M, anfänglich mit besonderen Marken, später (nach Anbringung des Maassstabes) in Centimetern bezeichnet resp. notirt. Es ergab sich, dass für die gewählte mittlere Niveauhöhe im Diffusator = 8—8,5 Ctm., das Manometer stets um 0,5 Ctm. höher, also auf 8,5—9 Ctm., bei grösseren Niveauhöhen um Etwas mehr, bei kleineren um Etwas weniger zeigte. Auf diese Correction muss also immer und in aller Strenge geachtet werden, wenn man die Gewähr haben will, das Diaphragma f unter einem beiderseits gleichen und constanten Seitendruck zu wissen. In den eigentlichen Diffusionsversuchen ist nun freilich die Flüssigkeit in M nicht mehr reines Wasser, sondern eine Salzlösung, allein bei deren geringer Concentration von im Maximum 2,5 % kann von einer messbaren Beeinflussung jener Druckhöhen nicht die Rede sein. Andererseits darf aber an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass nun trotz aller beobachteten Cautelen in der Einrichtung und Handhabung des Apparates bei der Ausführung der Versuche selbst ein unausgesetztes Schwanken der Flüssigkeit in M gar nicht zu vermeiden ist. Die geringsten Störungen am Schwimmhahn des grossen Wasserreservoirs, die unbedeutendsten vorübergehenden Verschleimungen irgend eines Röhrentheiles der Leitung oder des Zapfhahns, das gelegentliche Oeffnen irgend eines anderen Wasserhahnes im Laboratorium — bewirken in empfindlichster Weise dieses Auf- und Niedersteigen des Niveaus, so dass eine sichere Feststellung des Manometerstandes d. h. also des Innendruckes nur gelingt, wenn man aus allen diesen Elongationen das Mittel wählt. Experimentell erreicht man dies leicht durch die Beobachtung des Spieles an dem durchbrochen gearbeiteten Zeiger von k, den man so stellt, dass die untere Kante das Mittel jener Schwankungen angibt. Um aber keine jener Störungsursachen irgendwie dauernd wirken und so die Versuchsbedingungen sich ändern zu lassen, ist eine andauernde sorgfältige Beobachtung dieses Manometers während der ganzen Versuchsdauer unerlässliche Vorschrift, damit die eintretende Unregelmässigkeit, sofern sie geringfügig ist, durch das Regulirrohr G ausgeglichen, oder aber, sobald sie von einschneidenderer Wirkung und Dauer ist, der Versuch sofort sistirt werden kann. Nur auf diesem Wege

ist die Erlangung brauchbarer Versuchsresultate möglich, aber auch, wie die zahlreichen Experimentalbelege zur Genüge aufweisen, vollkommen gewährleistet; denn die geringen unvermeidlichen $\pm$ Druckschwankungen an dem Diaphragma f heben sich in ihrem Gesammteffect auf.

Bezüglich der bei den Versuchen anwendbaren und einzuhaltenden Temperaturen ist man in Folge der Construction des Apparates auf die Temperatur des Leitungswassers als maassgebend angewiesen, mit anderen Worten also an die Jahreszeiten und Witterungsverhältnisse gebunden. Will man demnach bei thunlichst verschiedenen Wärmegraden arbeiten, so muss man die Untersuchungen auf alle Jahreszeiten vertheilen, und Dies ist auch meinerseits soweit möglich geschehen. Um jedoch während derselben Versuchsreihe die constant gleiche Temperatur zu haben, und da es zweifellos das Zweckmässigste ist, die für die ruhende Diffusion ebenso nothwendige Constanz der Temperatur durch den steten Zulauf des Leitungswassers zu erreichen, so wird man den Grundsatz strenge zu befolgen haben, die zusammengehörigen Experimente für ruhende und strömende Diffusion in thunlichst kurzer Aufeinanderfolge auszuführen. Der natürliche Wärmegrad der Fluss-Wässer ändert sich oft binnen wenigen Tagen sehr erheblich und stellt sich, wenn überhaupt, doch vielleicht erst nach Wochen wieder auf den früheren zur Fortsetzung des Versuches erforderlichen Stand. In unmittelbarer Nachwirkung dieser Thatsachen gestaltet sich nun die Ausführung der Versuchsreihen naturgemäss am besten in der durch Fig. 4 veranschaulichten und von mir fast ausnahmslos befolgten Gesammtanordnung. Man nimmt zwei Versuchsreihen z. B. mit Diffusator I und II in Angriff, beobachtet den ersten Tag Diff. I strömend, Diff. II ruhend, indem man das Ablaufwasser aus G von der Temperatur t^0 zum Kühlen des Diff. II benutzt, und in derselben Weise am darauffolgenden Tage umgekehrt Diff. I ruhend und Diff. II strömend, so dass man vier Versuchsreihen bei ganz oder annähernd gleicher Temperatur gewonnen hat.

Die Messung der Versuchstemperatur geschah bei strömender Diffusion in dem Ablaufwasser aus G, bei ruhender Diffusion im Cylinderglas K, und ergab sich bei letzterer in Folge der Erwärmung durch die Zimmertemperatur im Allgemeinen natürlich etwas höher. Allein dieser wie andere untergeordnete störende Einflüsse bleiben nach vielfacher eigener Erfahrung für das Endergebniss der Versuche bedeutungslos, solange es sich nur um Differenzen von 1—2 Centesimalgraden handelt.

Als weiterer für die Vorbereitung der Versuche wichtiger Punkt bleibt jetzt noch die Art und die Zurichtung der Diaphragmen zur Besprechung zu bringen, und ist derselbe in gewissem Sinne als der wichtigste zu bezeichnen, weil mit ihm die hervortretendste Beeinflussung der Diffusionserscheinungen verknüpft ist.

Ausser mehreren anderen gelegentlich verwendeten Stoffen habe ich für die auf diesen Blättern niedergelegten Fundamental-Versuche benutzt:

Pergamentpapier mit Eiweiss-Ueberzug und Schweinsblase
als Vertreter der vegetabilischen und animalischen Membranen,

Gebrannten Thon und Bimstein
als Vertreter poröser unorganischer Substanzen. Und indem ich wegen des Details

dieser Diaphragmen-Auswahl und Herstellung theils auf früher (S. 14) Gesagtes, theils auf die späteren speciellen Abschnitte verweise, muss ich an dieser Stelle die Nothwendigkeit betonen, die specifische Natur der Membranen und Diaphragmen im allerengsten Sinne zu fassen, sofern man brauchbare zusammengehörige Versuchsergebnisse erhalten will. So wenig eine Bimsteinplatte der anderen, übrigens gleich dicken, für die Diffusion gleichwerthig wirken wird, wenn man sie nicht von demselben Bimsteinstücke abgeschlagen hat, weil der Grad ihrer Porosität ersichtlich verschieden sein muss, ebensowenig, ja noch weniger ist ein Stück Schweinsblase, ein Stück Pergamentpapier dem anderen gleich zu achten, mögen sie auch von unmittelbar neben einander gelegenen Partieen entnommen sein. Noch weniger, weil an letzteren, von den möglicherweise verschiedenen Dicken ganz abgesehen, Umänderungen durch die Zeit (Austrocknen) und alle möglichen Agentien hervorgerufen werden, welche ein und dasselbe Stück im Hinblicke auf die Diffusionswirkung zu einer ganz neuen Membran machen. Versuche, die mit einem einmal mit Eiweiss bestrichenen Pergamentpapier angestellt wurden, dürften nicht mehr direkt mit denen verglichen werden, bei denen dasselbe, aber zweimal bestrichene Pergamentpapier zur Anwendung kam, und das Gleiche würde der Fall sein mit einer und derselben Schweinsblasenmembran, sobald eine längere Zwischenzeit zwischen den Versuchen verflossen wäre. Es wurde demgemäss ein für allemal als oberster Grundsatz festgehalten, dass die zusammengehörigen Versuchsreihen für ruhende und strömende Diffusion stets mit denselben Membranen und Diaphragmen von absolut gleicher Zustandsform ausgeführt und auch nur deren Ergebnisse zu einem direkten Vergleiche benutzt wurden.

Freilich möchte hier sogleich die Zweifelfrage sich erheben, ob denn diese vermeintlich eingehaltene Vorbedingung wirklich erfüllbar war. Es sei doch denkbar, dass eine Membran resp. Diaphragma, welche einmal zur ruhenden oder strömenden Diffusion gedient habe, schon dadurch in ihrem Molekularzustande alterirt, also de facto eine andere geworden wäre. Ganz besonders wäre dieser Einwand anzuerkennen für die strömende Diffusion, weil hier die langdauernde Einwirkung der bewegten Flüssigkeiten sehr wohl oberflächliche, aber auch tiefergehende Umgestaltungen der Structur erzeugt haben könnte. Wurden doch z. B. Gypsplatten, welche ich als Diaphragmen zu verwenden versuchte, durch einen mehrstündigen Versuch bei mittlerer Geschwindigkeit in deutlich sichtbarem Grade afficirt, so dass ich auf ihre weitere Verwendung verzichten musste. Bei dem allein möglichen Modus der Versuchsausführung (s. oben S. 26) für die zusammengehörigen Versuchsreihen war auf direktem experimentellem Wege dieser Einwand allerdings nicht zu beseitigen, allein ich habe das Endresultat der verschiedenen Untersuchungen dennoch wie ich glaube vollständig von demselben befreit, indem ich in der einen Versuchsreihe zuerst die ruhende, dann die strömende Diffusion, in der anderen zuerst die strömende, dann die ruhende beobachtete. Hierdurch musste sich ergeben, ob die hervortretenden neuen Erscheinungen etwa durch eine solche mögliche, im Versuche selbst bewirkte Umänderung der Molekular-Structur bedingt, oder ob sie ganz

unabhängig davon seien. Vorweg sei bemerkt, dass sich das Letztere als unanfechtbare Thatsache, wenigstens für die Qualität der Erscheinungen, ergab.

Von gleich grossem Einflusse auf die Diffusionswirkung, namentlich in quantitativer Richtung, ist ferner die Grösse der diffundirenden Fläche, und es wäre zweifellos das Erspriesslichste gewesen, hierfür immer eine und dieselbe Grösse zu wählen. Aus experimentellen Gründen war dies nicht ausführbar. Es musste, um nicht allzuviel Zeit und Arbeit aufzuwenden, mit verschiedenen Glasgefässen (Diffusatoren) gearbeitet werden, und da diese sowohl in ihrem äussern wie ihrem innern Durchmesser etwas verschieden waren (S. 14), da ferner bei den porösen Diaphragmen überdies die kittende Zwischensubstanz (S. 14) den Flächeninhalt verringerte, so war auf die Erfüllung jenes Wunsches von Vorneherein zu verzichten, dagegen mit um so grösserer Strenge an dem weiteren Grundsatz festzuhalten, dass für die zusammengehörigen Versuchsreihen nur dieselben Diffusatoren respect. Diaphragmen von gleichem Durchmesser zur Verwendung und zum Vergleiche kamen. Allerdings würde es ja möglich erscheinen, durch Berechnung auf die Flächeneinheit jenem Uebelstande abzuhelfen; allein ich habe dieselbe nicht ausgeführt in der Ueberzeugung, damit doch nur eine ganz problematische Richtigkeit zu erzielen und eventuell neue Fehlerquellen einzuführen. Denn es ist klar, dass für die gerade besonders interessanten pflanzlichen oder thierischen Membranen der innere Querschnitt des Diffusators keineswegs mit Sicherheit dem Inhalte der wirklich bei der Diffusion wirksam werdenden Membranfläche entspricht. Jede noch so gut und gleichmässig aufgespannte Membran zeigt bei ihrer späteren Benetzung im Versuche eine Faltelung durch Imbibition etc., welche ihrem Grade nach ganz unbestimmbar und unvergleichbar bleibt, weil sie von der Natur des Membranstückes, von der Operation des Aufspannens etc. abhängt, welche aber jedenfalls die eigentlich diffundirende Fläche in ihrer Grösse nicht unerheblich und zwar für jeden neu hergerichteten Apparat verschieden alterirt. Unter solchen nicht controllirbaren Verhältnissen will es mir unstatthaft erscheinen, den Grad dieser Faltelung als stets gleich anzusehen und deshalb aus dem Diffusator-Querschnitt auf die Flächeneinheit der diffundirenden Membran zurückzurechnen.

Was nun die in meinen Versuchen zur Anwendung gelangten Grössen der diffundirenden Flächen selbst betrifft, so stelle ich dieselben hier übersichtlich zusammen. Es besassen

	einen inneren Durchmesser von	resp. einen Flächeninhalt
Diffusator I	4,75 Ctm.	17,7 □Ctm.
» II	4,80 »	18,1 »
» III	4,80 »	18,1 »
» IV	4,75 »	17,7 »
» V	4,80 »	18,1 »

wobei der Flächeninhalt nach Obigem nur annäherungsweise dem der diffundirenden Membran gleich ist; ferner

	einen inneren Durchmesser von	resp. einen Flächeninhalt
Dünne Thonplatte Diff. III	4,50 Ctm. . . .	15,9 □Ctm.
Dicke Thonplatte » IV	3,70 » . . .	10,7 »
Dünne Bimsteinplatte Diff. V	4,50 » . . .	15,9 »
Dicke Bimsteinplatte » I	4,30 » . . .	14,5

Nicht nur für die absoluten Diffusionsmengen, sondern auch für den relativen Gang der Erscheinung ist weiter nach längst bekannten Beobachtungen die sogenannte „Imbibition" der Membranen und Diaphragmen von grösster Bedeutung. Eine und dieselbe Membran liefert andere Zahlenwerthe und abweichende Bilder des Diffusionsvorganges, je nachdem sie nicht oder in verschiedenem Grade imbibirt ist. Es musste deshalb auch für meine Versuche dieser störende Factor thunlichst unwirksam gemacht werden und ich habe dies dadurch zu erreichen gesucht, dass ich alle Membranen und Diaphragmen vor ihrer Anwendung in gleicher Weise sich imbibiren liess. Zu dem Ende wurden die fertig gestellten Diffusatoren F nebst f ca. 20 Stunden oder mehr vor jedem Versuche mit destillirtem Wasser gefüllt und in einem ebenfalls mit Wasser versehenen Cylinderglase bis zu gleicher Niveauhöhe aufgehängt. Streng genommen entspricht dies freilich nicht der wahren Imbibition, weil hiezu die Verwendung der Salzlösung von der betr. Concentration des späteren Versuches erforderlich gewesen, allein bei den durchweg niedrigen Concentrationsgraden habe ich umsomehr geglaubt, von einer weitergehenden Berücksichtigung dieses Factors absehen zu dürfen, als hiemit viele Arbeit und auch leicht neue Fehlerquellen für die quantitative Bestimmung der NaCl-Mengen sich verknüpft hätten. Dazu kam noch, dass sich mit dieser vorbereitenden Behandlung unmittelbar die Auslaugung der schon einmal benutzten Membranen und Diaphragmen vortrefflich verbinden liess, die allerdings unter genannten Verhältnissen von doppelter Wichtigkeit war, um sie stets in den früheren gleichen, d. h. wesentlich nur mit Wasser imbibirten Zustand zu bringen. Das Wasser im Diffusator und Gefäss wurde nämlich so lange erneuert und ersterer nicht eher in Gebrauch genommen, als bis eine Probe mit Silbernitrat die völlige Abwesenheit von Chlor ergab.

Zu den Versuchsbedingungen von einschneidender Wichtigkeit für die richtige Beurtheilung der Versuchsergebnisse gehört ferner die Concentrations-Differenz. Bei den osmotischen Untersuchungen mit ruhenden Flüssigkeiten, wie sie in der Regel ausgeführt werden, pflegt man die Concentrations-Differenz mit in den Gesammteffect aufzunehmen, denn dort wird auf der einen Seite die Concentration in demselben Maasse abnehmen, wie sie auf der andern Seite der Membran zunimmt, und hat sie auf beiden Seiten die gleiche Grösse erreicht, so ist die Osmose abgeschlossen. In solchem Falle wird also z. B. der Verlauf der Exosmose sich so darstellen, dass die in gleichen Zeitintervallen exosmosirten Salzmengen bei zunehmender Zeit mit stetig kleiner werdenden Incrementen wachsen und endlich constant bleiben. Sobald aber, wie in meinen Untersuchungen, eine strömende Bewegung der Salzlösung auf der einen Membranseite eingeführt wird, ändert sich das Verhältniss vollkommen; denn nunmehr

wird die Concentration auf dieser Seite unverändert die gleiche bleiben, während sie nur auf der andern Seite wächst und dadurch die Differenz vermindert. Um also zunächst wenigstens für die ruhenden und strömenden Versuche derselben Beobachtungsreihe die gleichen Bedingungen herzustellen, ohne welche eine zulässige Vergleichung nicht denkbar ist, wird es unabweisbar, auch für die ruhende Osmose diese Unveränderlichkeit der Concentration auf derselben Membranseite zu sichern und dies ist durch die schon früher (S. 22) beschriebene Anordnung meiner Versuche geschehen.

Allein es wird doch auch der Wunsch rege, die verschiedenen Versuchsreihen unter einander vergleichbar zu machen. Dies würde, soweit es sich um Elimination des in Frage stehenden Factors der Concentrations-Differenz handelt, nur möglich werden, wenn man dieselbe in allen Fällen constant d. h. auf der Höhe der einseitig zur Anwendung kommenden Concentration erhielte. Würde also z. B. mit einer strömenden Salzlösung von 2,5% gearbeitet, so müsste die auf der anderen Membranseite befindliche Flüssigkeit stetig erneuert werden; alsdann hätte man für die ganze Versuchsdauer und für alle demgemäss ausgeführten Versuche die gleiche Concentrationsdifferenz von 2,5. Es würde dies zweifellos die Diffusions-Erscheinungen in sehr viel reinerer Gestalt hervortreten lassen. Allein trotz vieler Bemühungen ist es mir nicht gelungen, die für eine derartige Versuchsanordnung zu treffenden experimentellen Einrichtungen in derjenigen Vollkommenheit ausfindig zu machen, welche für die Brauchbarkeit der Resultate gefordert werden muss.

Um aber doch annähernd jenem Wunsche Rechnung zu tragen, habe ich die Zeitdauer meiner Versuche so eingeschränkt, dass der Ausgleich in der Concentration der beiderseitigen Flüssigkeiten in nur sehr bescheidenem Grade sich vollzogen hatte. Wählen wir an der Hand der später mitgetheilten Versuchstabellen die Versuche aus, bei deren Abschluss die grössten Mengen Salz exosmosirt waren, berechnen die Concentration der betreffenden (äusseren) Flüssigkeit und vergleichen damit die in Anwendung gebrachte Concentration der anderen (inneren) Lösung, so erhalten wir folgende Resultate. Es zeigte bei

Vers.-Reihe	mit einer Concentration der inneren Lösung von	die äussere Lösung nach	eine Concentration von
XVc.	0,85 %	11 Stdn.	0,077 %
IXc.	1,30 %	6 Stdn.	0,084 %
XIIIc.	2,50 %	6 Stdn.	0,256 %

Es betrug also im Maximum die Concentration der äusseren (osmosirten) Lösung nur 1/10 derjenigen der inneren (osmosirenden); in den weitaus meisten Fällen war sie noch weit geringer, also noch viel weiter von dem „Ausgleiche" entfernt.

Alle meine Versuche und alle aus denselben gezogenen Schlussfolgerungen sind demnach unter dem Gesichtspunkte einer bis zu diesem Grade annähernd erreichten Constanz der Concentrations-Differenz zu beurtheilen. Dieser sehr wichtigen Thatsache bitte ich sich stets zu erinnern, will man die von mir in kurz formulirten Sätzen ausgesprochenen Gesetze richtig verstehen.

Als letztes für die Erzielung richtiger Versuchsergebnisse wesentliches und ja schon eben berührtes Moment ist jetzt noch die Zeitdauer der Versuche zu erwähnen. Kaum nöthig erscheint dabei die Bemerkung, dass selbstverstandlich nur die ceteris paribus in gleichen Zeiträumen hervortretenden Diffusions-Erscheinungen und Zahlenwerthe verglichen werden können und in Vergleich gestellt sind. Musste es ferner einerseits im Hinblick auf die Fehlerquellen, welche aus der nur mangelhaft berücksichtigten Imbibition als mögliche hervorgehen, wünschenswerth sein, die Versuche selbst möglichst lange dauern zu lassen, um so den Einfluss jener Anfangserscheinung thunlichst abzustumpfen, so war andererseits durch die Rücksichtnahme auf die eben besprochene Concentrationsdifferenz ebensosehr eine bestimmte Beschränkung in der Zeitdauer gefordert. Eine solche ergab sich übrigens auch schon aus den ganz praktischen Gründen des Kostenpunktes, weil der Verbrauch an Kochsalz sonst ein allzugrosser wurde. Es berechnet sich z. B. leicht, dass eine einzige Versuchsreihe mit der mittleren Geschwindigkeit (= ca. 8 Ctm.) resp. mit einer Ausflussmenge von 140 CC pr. Sec. und mit der stärksten Concentration (2,5 % des Ablaufwassers) bei sechsstündiger Dauer nicht weniger als 75 Kilogrm. reinstes, also noch erheblich mehr des käuflichen Kochsalzes verlangt. Bei grösseren Geschwindigkeiten aber steigt natürlich dieser Verbrauch noch um ein Erkleckliches. Unter diesen Umständen habe ich geglaubt, mich bei der überwiegenden Zahl der Untersuchungen mit einer Versuchsdauer von 6 Stunden begnügen zu können, welche bei den Arbeiten mit der grössten Geschwindigkeit (ca. 10 Ctm.) auf 4 Stunden verringert, in anderen durch besondere Zwecke veranlassten Fällen dagegen auf 11 Stunden erhöht worden ist.

2. Die Ausführung der Versuche.

Nachdem im Vorstehenden die Vorbedingungen für die Versuche klar dargelegt sind, wenden wir uns jetzt zur Schilderung, wie eine gesammte Combination zweier Versuchsreihen vollständig durchgeführt wird, und um nicht mit weitläufigen allgemeinen Wendungen aufgehalten zu werden, geben wir dieselbe an der Hand einer wirklich vollendeten Untersuchung und unter Verweis auf die früheren Detailangaben.

Es seien der 3. und 4. Dec. 1880 als Versuchstage in Aussicht genommen und zwar soll die Diffusion an zwei Pergamentpapier-Membranen in den Diffusatoren I und II bei schwächster Concentration der NaCl-Lösung ruhend und strömend bei der mittleren Geschwindigkeit (Ausflussmenge 140 CC. im Mittel) dergestalt studirt werden, dass am 3. Dec. Diff. I ruhend, Diff. II strömend, am 4. Dec. Diff. I strömend, Diff. II ruhend zur Prüfung gelangt.

Nachdem der Gesammtapparat jenen Vorbedingungen gemäss aufgebaut, speciell das Gefäss E horizontal gerichtet, die unveränderte Leistungsfähigkeit der Wasserleitung festgestellt, die für das Reservoir B nach S. 24 erforderliche Salzlösung in

genügender Menge[1] bereitet und mit derselben nach vorgängiger Durchseihung durch ein grösseres Haarsieb[2] das Reservoir B, sowie das Füllgefäss A gefüllt waren, nachdem ferner die beiden Membranen entsprechend lange (etwa 20 Stund.) vorher mit reinem Wasser imbibirt waren, wird zunächst der Diff. II bis zu einer bestimmten Höhe (Marke 6,2) mit 165 CC. destillirtem Wasser aus einem Messcylinder gefüllt, in das Gefäss E eingeschraubt, nun sofort der Zapfhahn der Leitung und der an dem Kautschukrohr d sitzende Schraubenquetschhahn geöffnet, durch richtige Stellung des Regulirrohres G der Innendruck auf den Stand Marke 7 des Manometers (1/2 Ctm. höher als im Diffusator) gebracht und schliesslich der Zeitpunct (10 Uhr) notirt. Sobald ein ersichtlich regelmässiger Gang des strömenden Apparates eingetreten, wozu ein vorheriges Entfernen der in E sich anfangs sammelnden Luftblasen durch entsprechendes Heben des einen Endes sammt Regulirrohres G unabweislich nöthig ist, wird sofort die Ausflussmenge (135 CC) und die Temperatur (7 °C) des Ablaufwassers bei G bestimmt, eine Probe desselben entnommen und die Concentrationsbestimmung durch Titration (0,86 %) ausgeführt. Ergiebt sich eine annähernde Uebereinstimmung mit den verlangten Werthen, wie dies der Fall, so wird die Flasche L mit dem Ablaufwasser gefüllt, der für die ruhende Diffusion bestimmte Diff. I bis zu einer gewissen Höhe (Marke 6,2) mit destillirtem Wasser gefüllt und in das aus L mit derselben Salzlösung versehene Cylinderglas K bis zu gleicher Höhe eingesenkt, der Schraubenquetschhahn bei n ein wenig geöffnet, der Abflusshahn bei m regulirt, die Temperatur in K (8 °C) bestimmt und die Zeit (10^h 30^m) notirt. Auch wird sofort eine abermalige Controlle der Concentration der Lösung in K vorgenommen (0,86 %) und ein Verdunsten sowohl, als auch eine durch Hineinspritzen von NaCl-Lösung bewirkte Verunreinigung der Flüssigkeiten in den beiden Diffusatoren II (strömend) und I (ruhend) durch Auflegen von Uhrgläschen g auf den Hals der Gefässe und von ausgeschnittenen Papp- oder Holzscheiben auf den Eimer I verhütet. Unter fortgesetzter aufmerksamer Beobachtung der Manometer M und M_1, eventueller Neu-Regulirung durch G, und vielleicht abermals erforderlicher Entfernung von Luftblasen aus E, sowie unter Nachfüllung der Salzlösung in A durch den geöffneten Glastrichter a ist die erste Stunde regelmässigen Ganges des Strömungsapparates verlaufen und damit (11 Uhr) der Zeitpunct erreicht, an welchem die erste Bestimmung der in Diff. II innerhalb dieser Zeit eingetretenen Salzmenge erfolgen soll. Nach einer mehr oder minder grossen Verspätung (in unserem Beispiel 1/2 Stunde) tritt für den ruhenden Diffusator I derselbe Moment ein.

Aus sehr vielen Gründen, besonders aber um die sich darbietenden Erscheinungen exact und in ihrem ganzen Verlaufe kennen lernen zu können, habe ich mich nämlich entschieden, diese für alle Schlussfolgerungen allein maassgebenden »Diffusions-Mengen« nicht blos einmal und zwar bei Abschluss des Versuches nach

[1] Es diente hierzu eine 2 Doppelhectoliter fassende Tonne, von welcher im Maximum etwa 2 Füllungen consumirt wurden.

[2] Dies war wegen der Unreinheit des käuflichen Salzes stets nothwendig.

6 Stunden, sondern allstündlich genau festzustellen. Mit diesem Entschlusse war aber eine complicirtere Form der Proben-Entnahme unabweislich. Denn da die Grösse dieser Proben — der analytisch sicheren Bestimmung halber — nicht zu gering sein durfte und gemäss meiner Erfahrung zweckmässig auf 5 CC normirt wurde, so würde durch die fortschreitende Entnahme der 5 CC von Stunde zu Stunde eine auf den Druck influirende Volumverringerung im Diffusator selbst hervorgerufen sein, welcher mittels der Regulirung des Innendruckes von E durch das Rohr G zu folgen ausser Bereich der Möglichkeit lag. Es wären somit Druckdifferenzen geschaffen worden, die für die reinen Diffusionswirkungen wieder störend gewesen wären. Demgemäss wurde so verfahren, dass nach gehörigem Umrühren mit einer 5 CC-Pipette die Probe gezogen und alsdann, nach vollständigster Ausspülung derselben, mit der gleichen Pipette 5 CC reinen Wassers in den Diffusator zurückgebracht wurden. Ich verkenne gewiss nicht, dass mit dieser Art zu arbeiten eine Reihe kleiner Fehlerquellen (durch unrichtiges Abmessen, verschiedene Temperatur der Flüssigkeiten etc.) verknüpft ist, welche die absoluten Zahlenwerthe in ihrer völligen Richtigkeit beeinflussen, allein ebenso bestimmt glaube ich sagen zu dürfen, dass sich innerhalb einer jeden Versuchsreihe diese Fehler durch die ebenso natürlichen Schwankungen nach entgegengesetzten Seiten im Gesammteffect ausgleichen. Jedenfalls habe ich bei vielen Controllversuchen, d. h. wiederholten Proben-Entnahmen zur selben Stunde, so geringfügige Unterschiede in den Diffusionsmengen gefunden, dass ich einen ausschlaggebenden Einfluss gänzlich bestreiten darf.

Die Bestimmung des Chlor- resp. NaCl-Gehaltes, sowohl der 5 CC-Probe wie der früher erwähnten auf ihre Concentration zu controllirenden Lösungen, erfolgte nun unabänderlich nach der bekannten *Liebig-Mohr*'schen Methode mit Silbernitrat und Kaliumchromat als Indicator. Die Silberlösung war in exactester Weise auf NaCl gestellt und gaben 1 CC derselben = 0,001 grm. NaCl an, so dass bei Anwendung der in $^1/_{10}$ CC. getheilten Büretten mit genügender Sicherheit nach 0,00005 = 5 Centimilligrm. NaCl geschätzt werden konnten. Aus diesem Grunde ist die Angabe der Diffusionsmenge auf Centimilligramm erfolgt.

Rückkehrend zu der Weiterführung der Versuche wird also die Proben-Entnahme mit Ablauf jeder vollen Stunde nach Beginn in den Diffusatoren II und I wiederholt, dazwischen in beliebigen Intervallen eine Neubestimmung der Temperatur, Concentration und Ausflussmenge in dem Ablaufwasser von G und der Flüssigkeit von K vorgenommen und die Beaufsichtigung des Gesammtapparates wie die Nachfüllung in A stetig im Auge behalten. Nach Abschluss der sechsten Stunde wird ein der Flasche L entsprechendes Quantum von dem Ablaufwasser aus G asservirt, um am nächsten Tage für den ruhenden Diffusionsversuch Verwendung zu finden, darauf werden die Versuche unterbrochen, die Diffusatoren herausgenommen und nach Abtrocknung der äusserlich anhaftenden Flüssigkeit ihr Inhalt in den gleichen Messcylinder wie früher entleert und gemessen.

Diese Messung der Diffusatoren-Inhalte am Anfang und am Ende des Versuches ergab sich als nothwendig, weil sich ganz in Uebereinstimmung mit

den bekannten Gesetzen der Diffusion sehr bald eine mehr oder minder erhebliche Volumveränderung bemerkbar gemacht hatte, die in ihrer Grösse festzustellen schon durch den Umstand geboten war, dass die Berechnung der gesammten Diffusionsmenge aus den stündlichen Proben-Entnahmen möglichst zutreffend erfolgen sollte. Diesem Hauptzwecke genügte auch die beschriebene Art der Messung, welcher sonst ein höherer Grad von Genauigkeit allerdings nicht zugesprochen, aber auch schwer verliehen werden kann, und andererseits liess dieselbe immerhin auch exceptionelle Erscheinungen, sei es nun eine auffallende Verminderung, sei es gar eine Vermehrung des Diffusatorinhaltes, noch mit hinreichender Deutlichkeit erkennen.

Den Abschluss der Arbeiten des ersten Tages (3. Decbr.) bildete das Auswaschen der beiden Diffusatoren mit Wasser und das Einsetzen in Gefässe mit Wasser behufs Auslaugung des von den Membranen aufgenommenen Kochsalzes.

Am zweiten Versuchstage (4. Dec.) werden zunächst die beiden Membranen auf völlige Abwesenheit von NaCl geprüft und, falls dieselbe cons atirt ist, bei gleichem Aufbau des Gesammtapparates und Einhaltung derselben Versuchsbedingungen nunmehr Diff. I in den Strömungsapparat, Diff. II i den ruhenden Apparat eingesetzt, im Uebrigen ganz wie a n vorigen Tage gearbeitet.

Damit ist alsdann die combinirte Durchführung zweier Versuchsreihen vollendet und das Material zur weiteren Berechnung und Ableitung der Versuchsergebnisse erworben.

3. Die Berechnung der Versuchsergebnisse.

In einer jeden Versuchsreihe, welche ja eigentlich einen Complex von zwei Versuchsreihen, ruhend und strömend, umfasst, sind nach Obigem die je n quantitativen Bestimmungen der NaCl-Mengen, welche sich nach Ablauf einer Stunde in 5 CC. des Diffusator-Inhaltes befinden, die Grundlage aller weiteren Berechnungen und Schlussfolgerungen. Bezeichnet man dieselben allgemein mit a_1, a_2, a_3 .... a_n, wobei die Indices die Stunde angeben sollen, nach deren Verlaufe die 5 CC. genommen wurden, so würde man in einem concreten Beispiele etwa folgendes Bild gewinnen:

In dem Diffusator-Inhalte sind gefunden

in 5 CC. NaCl in Centimilligrm.	oder $a_1 = 100$ gesetzt
$a_1 = 60$	$= 100$
$a_2 = 100$	$= 167$
$a_3 = 140$	$= 233$
$a_4 = 170$	$= 283$
$a_5 = 230$	$= 383$
$a_6 = 260$	$= 433$

Offenbar aber ist dieses Bild kein ganz richtiges; denn in jeder späteren Bestimmung ist ja die in den vorher entnommenen 5 CC. vorhandene Menge NaCl verloren gegangen, und jene absolute oder relative Zahlenreihe wird daher die Steigerung des NaCl-Gehaltes im Diffusator zwar qualitativ, aber nicht quantitativ richtig wieder-

spiegeln. Dieser Fehler lässt sich nun durch eine so einfache Berechnung auf die absoluten Gesammt-Diffusionsmengen vollständig ausgleichen, dass ich dieselbe umsomehr auszuführen beschloss, als es auch nach anderer Richtung angenehm sein dürfte, die Gesammtdiffusionsmengen so zahlreicher Diffusionsversuche in ihren absoluten Werthen zu kennen. Allerdings aber setzt diese Berechnung die Kenntniss des Diffusator-Inhaltes nach Cubikcentimetern zur Zeit einer jeden Probeentnahme d. h. also am Ende jeder abgelaufenen Stunde voraus, und da nach früher Gesagtem (S. 34) dieser Inhalt eine veränderliche Grösse darstellt, so müssten directe Messungen desselben für jede Stunde zu Gebote stehen. Dies ist nun experimentell nicht durchführbar, weil, wie ein Blick auf die Tabellen zeigt, die Inhaltsveränderungen meistens viel zu gering sind, um bei der Weite der Diffusatoren unmittelbar am Niveau wahrgenommen und abgelesen werden zu können, sondern erst in ihrer Summation am Ende der Versuchsreihe bei der direkten Nachmessung zur Erkennung gelangen. Im Allgemeinen habe ich mich deshalb darauf beschränkt, das Mittel aus dem Diffusator-Inhalt am Anfang und am Ende der Versuchsreihe als den wahren mittleren Inhalt in die Rechnung einzuführen. Selbstverständlich ist damit eine störende Beeinflussung der Anfangs- und End-Glieder unvermeidlich verknüpft, allein die Nachrechnung lässt dieselbe allermeistens so geringfügig erscheinen, dass man sie zumal hinsichtlich der relativen Zahlen ruhig vernachlässigen kann. Hätte somit, um obiges Beispiel eines Versuches fortzuführen, das Mittel des Diffusator-Inhaltes = 155 CC betragen, so würde sich aus dem Gehalte der 5 CC = a_1 = 60 Ctmilligrm. die am Ende der 1. Stunde in dem Diffusator befindliche NaCl-Menge zu $\frac{155}{5} \times 60 = 1860$ Ctmilligrm., ebenso aus a_2 = 100 Ctmilligrm. die am Ende der 2. Stunde in dem Diffusator befindliche NaCl-Menge zu $\frac{155}{5} \times 100 = 3100$ Ctmilligrm. u. s. w. berechnen. Diese Mengen repräsentiren aber für eine andere als die erste Stunde nicht die Gesammtmenge des nach 2, 3, . . . n Stunden durch das Diaphragma gegangenen NaCl, weil ja bei der zweiten Berechnung die Menge a_1 = 60 Ctmilligrm., bei der dritten die Mengen $a_1 + a_2$ = 160 Ctmilligrm. u. s. w. unberücksichtigt blieben, da sie mittels der Pipette factisch fortgenommen sind. Alle diese wachsenden Summen müssen bei der nächstfolgenden Berechnung zugelegt werden, so dass die nach 2 Stunden exosmosirte Gesammtmenge NaCl nicht 3100, sondern 3100 + 60 = 3160, die nach 3 St. nicht 4340, sondern 4340 + 60 + 100 = 4500 Ctmilligrm. u. s. w. beträgt. Bezeichnet V den zur Berechnung zu ziehenden Inhalt des Diffusators, M_n die nach n Stunden exosmosirte Gesammtmenge NaCl in Centimilligramm, so wird ganz allgemein

$$M_n = \frac{V}{5} \cdot a_n + \Sigma a_{n-1}.$$

Für unser Beispiel würde man so erhalten

M_1 = 1860 Ctmilligrm. oder = 100
M_2 = 3160 » . . . . = 170
M_3 = 4500 » . . . . = 242

M_4 = 5570 Ctmilligrm. . . . . = 300
M_5 = 7600 » . . . . = 409
M_6 = 8760 » . . . . = 471

und die rechtsstehenden Relativzahlen beweisen im Vergleich mit den früheren, unmittelbar aus a_1, a_2, a_3 . . . . abgeleiteten, den zu erwartenden Effect dieser nunmehr durchgeführten richtigeren Berechnung.

Nach den vorstehend entwickelten Grundsätzen und Formeln ist in allen Versuchstabellen die Columne der absoluten Gesammtmengen des nach n Stunden exosmosirten NaCl aus den einzelnen Versuchsdaten a_1, a_2 . . . a_n berechnet worden. Die besondere Aufführung des berechneten Zwischenfactors $\frac{V}{5} . a_n$ in denselben erschien unnöthig.

Dagegen habe ich in die Tabellen eine berechnete Columne über die im ruhenden wie strömenden Zustand erhaltenen relativen Diffusionsmengen, bezogen auf die Menge der Ersten Stunde ruhend = 100 aufgenommen, weil dadurch nicht allein der Gang der Erscheinung anschaulicher in die Augen fällt, sondern auch weil die bei den Strömungsversuchen beobachteten Abweichungen so in unmittelbarer Relation zu dem ruhenden Zustand zum quantitativen Ausdruck gebracht werden. Die ganze Anordnung und Ausführung meiner Versuche basirt ja auf dem bereits vielfach motivirten Grundsatz, die Diffusionswirkung ruhend und strömend stets innerhalb einer zusammengehörigen Versuchsreihe zu studiren, da hiedurch allein eine Elimination aller störenden Einflüsse bis zu dem Grade erreichbar ist, dass die Versuchsergebnisse vorwurfsfrei und demnach auch die Schlussfolgerungen begründet erscheinen. Diesem Gedanken der Zusammengehörigkeit soll die erwähnte Columne Rechnung tragen und denselben zahlenmässig wiedergeben. —

Mit dieser letzten Erläuterung dürfte die Reihe von allgemeinen Bemerkungen zum Abschluss gebracht sein, welche für die Kenntnissnahme und kritische Würdigung meiner Apparate und Versuche, für ihre Berechnung und typographische Darstellung in den späteren Tabellen nothwendig war. Wir können uns jetzt zu den einzelnen Versuchsreihen selbst und ihren Ergebnissen wenden.

B. Die Exosmose ruhender und strömender Kochsalz-Lösungen gegen destillirtes Wasser durch kryptoporöse Diaphragmen (Membranen).

Versuche mit Pergamentpapier + Eiweiss.

Versuchsreihen I—VIII.

Meinen eigentlichen Wünschen gemäss hätte ich sehr gerne mit reinem Pergamentpapier als einer vegetabilischen Membran gearbeitet, allein trotz Auswahl unter verschiedenen Proben der besten Fabrikate ist es mir nicht gelungen, solche zu finden, welche nach Aufspannung auf den Diffusator bei Durchfeuchtung und bei geringem Wasserdruck nicht noch einige kleine Undichtigkeiten gezeigt hätten. Da mir nun, gerade im Hinblick auf die neueren Untersuchungen über Filtration durch Membranen, vor Allem daran liegen musste, dieses Moment bei meinen Versuchen thunlichst auszuschliessen, und weil dazu jedenfalls absolute Dichte der Membran im gewöhnlichen Sinne zu fordern war, so blieb mir nichts anderes übrig, als das Pergamentpapier mit Eiweiss zu dichten. Es geschah Dies in der Weise, dass die fertig aufgespannte Papiermembran nach Trockenwerden mittelst eines feinen Pinsels mit frischem Eiweiss dünn und gleichmässig überstrichen und dann der Diffusator über einem mässig heissen Wasserbade aufgehängt wurde, damit die Dämpfe die Membran umspülten und so das Eiweiss zur langsamen Coagulation brächten. Dergestalt erhielt ich Membranen, welche die Wasserdruckprobe zur Genüge aushielten, freilich aber auch nicht mehr als reine Pergamentpapier-Membranen betrachtet werden konnten.

Versuchsreihen I—III.

Schwächste Concentration (ca. 85 %). Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.).

Versuchsreihe I. Diffusator I. Membran No. 1.

I a Ruhend Datum 24. Nov. 80. Dauer 9^{40}—3^{40}

Niveau innen / « aussen } b. Marke 6,5 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 170 CC. / Ende ? » } Mittel 170 CC.

Inhalt z. Berechn. 170 CC. Gesammtmenge $M_n = 34\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	6	0,83	—	—	—
1	—	—	a_1 40	1360	100
2	—	—	a_2 60	2080	153
3	—	—	a_3 95	3330	245
4	6	0,84	a_4 130	4615	339
5	—	—	a_5 160	5765	424
6	—	—	a_6 175	6435	474

NB. Der Inhalt am Ende ist nicht bestimmt; seine Abnahme war aber kaum bemerkbar.

I c Strömend Datum 26. Nov. 80. Dauer 9^{10}—3^{10}

Niveau innen b. Marke 6,2 / Manom. aussen » » 7 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. / Ende ? « } Mittel 165 CC.

Inhalt z. Berechn. 165 CC. Gesammtmenge $M_n = 33\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	145	7	0,86	—	—	—
1	—	—	—	a_1 50	1650	121
2	—	—	—	a_2 90	3020	222
3	—	—	—	a_3 130	4430	326
4	—	—	—	a_4 165	5715	420
5	135	6,5	0,83	a_5 190	6705	493
6	—	—	—	a_6 220	7885	580

NB. Der Inhalt am Ende ist nicht bestimmt; seine Abnahme war aber ebenfalls höchst unbedeutend.

Versuchsreihe II. Diffusator I. Membran No. 3.

II a Ruhend Datum 3. Dec. 80. Dauer 10^{30}—4^{30}

Niveau innen / « aussen } b. Marke 6,2 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 168 « } Mittel 168 CC.

Inhalt z. Berechn. 168 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}6\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	8	0,86	—	—	—
1	—	—	a_1 40	1344	100
2	—	—	a_2 70	2392	178
3	—	—	a_3 100	3470	258
4	7,5	0,87	a_4 130	4578	341
5	—	—	a_5 170	6052	450
6	—	—	a_6 200	7230	538

II c Strömend Datum 4. Dec. 80. Dauer 9^{15}—3^{15}

Niveau innen b. Marke 6,2 / Manom. aussen « « 7 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 165 « } Mittel 166,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 166,5 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}3\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	134	7	0,98	—	—	—
1	—	—	—	a_1 70	2331	173
2	—	—	—	a_2 100	3400	253
3	140	7	0,95	a_3 125	4332	322
4	—	—	—	a_4 150	5290	394
5	—	—	—	a_5 190	6772	504
6	135	—	—	a_6 240	8627	642

Versuchsreihe III. Diffusator II. Membran No. 4.

III a Ruhend Datum 4. Dec. 80. Dauer 9^{30}—3^{30}

Niveau innen / « aussen } b. Marke 6,2 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. / Ende 162 « } Mittel 163,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 163,5 CC. Gesammtm. $M_n = 32{,}7\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	8	0,98	—	—	—
1	—	—	a_1 50	1635	100
2	—	—	a_2 70	2339	143
3	—	—	a_3 100	3390	207
4	—	—	a_4 130	4471	273
5	8	—	a_5 170	5909	361
6	—	0,98	a_6 210	7387	452

III c Strömend Datum 3. Dec. 80. Dauer 10—4

Niveau innen b. Marke 6,2 / Manom. aussen « « 7 — Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. / Ende 163 « } Mittel 164 CC.

Inhalt z. Berechn. 164 CC. Gesammtmenge $M_n = 32{,}8\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	135	7	0,86	—	—	—
1	—	—	—	a_1 60	1968	120
2	—	—	–	a_2 90	3012	184
3	—	—	—	a_3 120	4086	250
4	135	7	0,85	a_4 165	5682	348
5	—	—	—	a_5 220	7651	468
6		—	0,93	a_6 280	9839	602

Versuchsreihen IV—V.

Mittlere Concentration (ca. 1,30 %). Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.)

Versuchsreihe IV. Diffusator II. Membran No. 5.

IV a Ruhend Datum 30. Dec. 80. Dauer $10^{55} — 4^{55}$

Niveau innen / « aussen } 8 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 156 CC. / Ende 154 « } Mittel 155 CC

Inhalt z. Berechn. 155 CC. Gesammtm. $M_n = 31\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	7	1,27	—	—	—
1	—	—	a_1 60	1860	100
2	—	—	a_2 100	3160	170
3	—	—	a_3 140	4500	242
4	7	1,28	a_4 170	5570	300
5	—	—	a_5 230	7600	409
6	7	—	a_6 260	8760	471

IV c Strömend Datum 29. Dec. 80. Dauer 10 — 4

Niveau innen 8 Ctm. / Manom. aussen 8,5 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 156 CC. / Ende 154 « } Mittel 155 CC.

Inhalt z. Berechn. 155 CC. Gesammtmenge $M_n = 31\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	132	6	1,25	—	—	—
1	—	—	—	a_1 90	2790	150
2	—	—	—	a_2 125	3965	213
3	—	—	—	a_3 185	5950	320
4	133	6	1,30	a_4 215	7065	380
5	—	—	—	a_5 265	8830	474
6	134	6	1,27	a_6 300	10180	547

Versuchsreihe V. Diffusator II. Membran No. 6.

V a Ruhend Datum 7. April 81. Dauer $9^{40} — 3^{40}$

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 162 « } Mittel 163 CC.

Inhalt z. Berechn. 163 CC. Gesammtm. $M_n = 32,6\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	8	1,16	—	—	—
1	—	—	a_1 50	1630	100
2	—	—	a_2 90	2984	183
3	8	—	a_3 140	4704	290
4	—	—	a_4 180	6148	377
5	—	—	a_5 210	7306	448
6	8	1,18	a_6 250	8820	541

V c Strömend Datum 6. April 81. Dauer $9^{45} — 3^{45}$

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 162 « } Mittel 163 CC.

Inhalt z. Berechn. 163 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,6\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	138	7	1,15	—	—	—
1	—	—	—	a_1 60	1956	120
2	—	—	—	a_2 110	3646	224
3	—	7	—	a_3 160	5386	330
4	—	—	—	a_4 210	7176	440
5	—	—	1,16	a_5 260	9016	551
6	139	8	1,18	a_6 340	11884	730

Versuchsreihen VI—VIII.

Stärkste Concentration (ca. 2,50 %). Alle drei Geschwindigkeiten (ca. 4, 8 und 10 Ctm.)

Versuchsreihe VI. Diffusator II. Membran No. 6.

VI a Ruhend Datum 21. April 81. Dauer $9^{30} — 3^{30}$

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CO. / Ende 160 « } Mittel 162 CC.

Inhalt z. Berechn. 162 CC. Gesammtm. $M_n = 32,4\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	11	2,40	—	—	—
1	—	—	a_1 80	2592	100
2	—	—	a_2 180	5912	230
3	10	2,48	a_3 300	9980	385
4	—	—	a_4 400	13520	520
5	—	—	a_5 450	15540	600
6	10	2,45	a_6 510	17934	692

VI c Strömend Datum 20. April 81. Dauer $11^{5} — 5^{5}$

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9,5 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 160 « } Mittel 162 CC.

Inhalt z. Berechn. 162 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,4\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. St. le ruhend = 100
0	140	10	2,50	—	—	—
1	—	—	—	a_1 255	8262	319
2	—	10	—	a_2 315	10461	404
3	138	—	2,52	a_3 390	13206	510
4	—	—	—	a_4 450	15540	600
5	—	—	—	a_5 560	19554	754
6	137	10	2,40	a_6 715	25136	970

NB. Der höhere Aussendruck = 9,5 Ctm. statt des sonst angewendeten = 9 Ctm. scheint auf einem besonderen Versuche zu beruhen; jedenfalls hat derselbe thatsächlich geherrscht, ohne dass ein äusserer Ueberdruck beabsichtigt gewesen wäre.

Versuchsreihe VII. Diffusator I. Membran No. 8.

VII a Ruhend Datum 18. Nov. 81. Dauer 10^{25}—4^{25}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 170 CC. / Ende 169 « } Mittel 169,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 169,5 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}9\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	—	—	—	—
1	11	2,48	a_1 150	5085	100
2	11	2,49	a_2 275	9472	186
3	—	—	a_3 365	12798	252
4	10	—	a_4 460	16464	324
5	—	2,48	a_5 570	20573	405
6	10	—	a_6 660	24194	476

VII b Strömend Datum 17. Nov. 81. Dauer 10—4

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 170 CC. / Ende 168 « } Mittel 169 CC.

Inhalt z. Berechn. 169 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	70	11	2,45	—	—	—
1	—	—	—	a_1 160	5408	106
2	—	11	2,48	a_2 250	8610	169
3	70	—	—	a_3 383	13355	263
4	—	11	2,49	a_4 495	17524	345
5	70	—	—	a_5 590	21230	418
6	—	11	2,48	a_6 670	24524	482

NB. Die Ausnahme a_3 geschah nicht genau 1 Uhr, sondern 1^{10} und zeigte 405 Centimilligramm; darnach wäre für 70 Min. die Differenz $a_3 - a_2 = 155$, also die für 60 Min. = 133 und somit das corrigirte $a_3 = 250 + 133 = 383$.

VII c Strömend Datum 19. Nov. 81. Dauer 9^{15}—3^{15}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 170 CC. / Ende 168 « } Mittel 169 CC.

Inhalt z. Berechn. 169 CC. Gesammtmenge $M_n = 38{,}8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	10	2,50	—	—	—
1	142	—	—	a_1 180	6084	120
2	143	11	—	a_2 320	10996	216
3	143	11	2,48	a_3 430	15034	295
4	—	—	—	a_4 560	19858	391
5	142	11	2,48	a_5 695	24981	491
6	—	11	2,49	a_6 815	29732	585

Versuchsreihe VIII. Diffusator I. Membran No. 7.

VIII a Ruhend Datum 9. Oct. 81. Dauer 9^{30}—1^{30}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 166 « } Mittel 167 CC.

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	11	2,52	—	—	—
1	—	—	a_1 210	7014	100
2	11	2,51	a_2 320	10898	155
3	11	2,52	a_3 400	13890	198
4	—	—	a_4 540	18966	270
5	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	a_6 —	—	—

VIII c Strömend Datum 8. Oct. 81. Dauer 8^{10}—12^{10}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 166 « } Mittel 167 CC.

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	142	10	(2,70)		—	—
1	—		2,51	a_1 140	4676	67
2	—	—	—	a_2 310	10494	150
3	142,5	10	2,49	a_3 460	15814	225
4	—		—	a_4 620	21618	308
5	—	—		a_5 —	—	—
6	—		—	a_6 —	—	—

VIII d Strömend Datum 7. Oct. 81. Dauer 7^{50}—11^{50}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9,5 « Inhalt d. Diffus. Anfang 168 CC. / Ende 166 « Mittel 167 CC.

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	178	12	—	—	—	—
1	—	—	2,50	a_1 160	5344	76
2	178	12	—	a_2 320	10848	155
3	—	—	—	a_3 460	15844	226
4	—	12	2,50	a_4 600	20980	299
5	—	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	—	a_6 —	—	—

Die Versuche mit Schweinsblase.

Versuchsreihen IX—XIV.

Zur Anwendung gelangte gewöhnliche gute Schweinsblase, welche durchweg so aufgespannt wurde, dass ihre natürliche Innenseite der Aussenseite am Diffusator entsprach, um so die Exosmose der in animalischen Gefässen strömenden Salzlösungen durch deren Gefässwand möglichst getreu wiederzugeben. Da sich im Laufe der Untersuchungen der Wunsch herausstellte, auch mit dünnwandigeren Membranen zu arbeiten, so wurden für die Versuchsreihen XIII und XIV die Blasen gespalten, aber auch bei deren Aufspannen stets die ebenerwähnte richtige Lage der Aussenseite festgehalten. Eine jedesmalige Controlle der fertigen Membran unter Wasserdruck garantirte deren Dichtigkeit im gewöhnlichen Sinne. Bei Versuchsreihe X wurde freilich die schon für IX benutzte Membran No. 1 wiedergebraucht, jedoch, weil inzwischen ein Vierteljahr verflossen und demnach eine wirklich gleiche Molekularbeschaffenheit doch nicht mehr zweifellos war, nachträglich der Sicherheit halber mit Eiweiss überstrichen. Sie ist deshalb auch als eine ganz neue Membran No. 2 zu betrachten.

Nachdem bei den vorigen Untersuchungen sich ergeben hatte, dass die Festhaltung der schwächsten Concentration (ca. 0,85 %) wie leicht begreiflich nur innerhalb grösserer Schwankungen erreichbar war, welche sich wegen der geringen absoluten Concentrationsstärke doppelt störend geltend machen mussten, und dass der Gang der Erscheinung bei den höheren Concentrationsgraden doch ganz der namliche sei, wurde für die nachfolgend verzeichneten Versuchsreihen nur mit der mittleren und stärksten Concentration gearbeitet.

Versuchsreihen IX—XI.

Mittlere Concentration (ca. 1,30 %). Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.)

Versuchsreihe IX. Diffusator III. Membran No. 1.

IX a Ruhend Datum 31. Dec. 80. Dauer $9^{30}-3^{30}$

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 160 « } Mittel 162 CC

Inhalt z. Berechn. 162 CC. Gesammtm. $M_n = 32,5\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	6,5	1,31	—	—	—
1	—	—	a_1 90	2925	100
2	—	—	a_2 175	5777	197
3	—	—	a_3 235	7902	270
4	—	—	a_4 285	9762	334
5	6,5	1,31	a_5 330	11510	393
6	—	—	a_6 370	13140	449

IX c Strömend Datum 30. Dec. 80. Dauer $10^{45}-4^{45}$

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 160 « } Mittel 162 CC.

Inhalt z. Berechn. 162 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,5\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	136	7	1,32	—	—	—
1	—	—	—	a_1 180	5850	200
2	—	—	—	a_2 230	7655	261
3	135	6	1,31	a_3 275	9347	319
4	—	—	—	a_4 330	11410	390
5	—	—	—	a_5 350	12390	423
6	134	6	1,31	a_6 420	15015	513

Versuchsreihe X. Diffusator III. Membran No. 2.

Xa Ruhend Datum 6. April 81. Dauer 10—4

Niveau innen / « aussen } 8 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 161 « } Mittel 164,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 164,5 CC. Gesammtm. $M_n = 32,9\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	8	1,15	—	—	—
1	—	—	a_1 80	2632	100
2	8	—	a_2 140	4686	178
3	—	—	a_3 170	5813	221
4	—	—	a_4 210	7299	277
5	8	1,16	a_5 240	8496	323
6	—	—	a_6 260	9394	357

X c Strömend Datum 7. April 81. Dauer $9^{25}-3^{25}$

Niveau innen 8 Ctm. / Manom. aussen 8,5 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 160 « } Mittel 164 CC.

Inhalt z. Berechn. 164 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	132	8	1,20	—	—	—
1	—	—	—	a_1 90	2952	112
2	—	—	—	a_2 150	5010	191
3	134	8	—	a_3 200	6800	258
4	—	—	—	a_4 260	8968	340
5	—	—	1,23	a_5 300	10540	400
6	—	8	1,21	a_6 350	12480	474

Versuchsreihe XI. Diffusator III. Membran No. 3.

XI a Ruhend Datum 12. April 81. Dauer $9^{40}-3^{40}$

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 175 CC. / Ende 172 « } Mittel 173,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 173,5 CC. Gesammtm. $M_n = 34,7\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	9	1,25	—	—	—
1	—	—	a_1 80	2776	100
2	—	—	a_2 140	4938	178
3	8,5	1,23	a_3 200	7160	258
4	—	—	a_4 250	9095	328
5	—	1,25	a_5 290	9733	351
6	9	—	a_6 340	12758	460

XI c Strömend Datum 11. April 81. Dauer $9^{45}-3^{45}$

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 175 CC. / Ende 171 « } Mittel 173 CC.

Inhalt z. Berechn. 173 CC. Gesammtmenge $M_n = 34,6\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl	M_n	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	136	8	1,30	—	—	—
1	—	—	—	a_1 80	2768	99,5
2	—	—	—	a_2 170	5962	215
3	135	7	1,25	a_3 250	8900	321
4	—	—	—	a_4 310	11226	404
5	—	—	—	a_5 350	12920	465
6	136	8	1,25	a_6 420	15692	565

Versuchsreihen XII—XIV.

Stärkste Concentration (ca. 2,50 %). Alle drei Geschwindigkeiten (ca. 4, 8 und 10 Ctm.)

Versuchsreihe XII. Diffusator III. Membran No. 3.

XII a Ruhend Datum 22. April 81. Dauer 9^{30}—3^{30}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 176 CC. / Ende 174 » } Mittel 175 CC.

Inhalt z. Berechn. 175 CC. Gesammtmenge $M_n = 35 a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	10,5	2,50	—	—	—
1	—	—	a_1 130	4550	100
2	—	—	a_2 270	9580	210
3	10	—	a_3 360	13000	286
4	—	2,50	a_4 540	19660	432
5	—	—	a_5 650	23050	506
6	10	2,40	a_6 750	28205	620

XII c Strömend Datum 21. April 81. Dauer 9^{15}—3^{15}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9,5 » Inhalt d. Diffus. { Anfang 175 CC. / Ende 173 « } Mittel 174 CC.

Inhalt z. Berechn. 174 CC. Gesammtmenge $M_n = 34{,}8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	136	—	2,50	—	—	—
1	—	10	—	a_1 150	5220	115
2	—	—	—	a_2 320	11286	248
3	138	9	2,50	a_3 520	18566	408
4	—	—	—	a_4 630	22914	503
5	—	—	—	a_5 770	28416	624
6	138	9	2,49	a_6 920	34406	756

NB. Der stärkere äussere Ueberdruck = 9,5 Ctm. statt des gewohnlichen = 9 Ctm. war nach direkten Versuchen erforderlich gewesen, um gleichen Seitendruck zu haben.

Versuchsreihe XIII. Diffusator IV. Membran No. 5.

XIII a Ruhend Datum 17. Nov. 81. Dauer 10^{30}—4^{30}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 176 CC. / Ende 174 « } Mittel 175 CC.

Inhalt z. Berechn. 175 CC. Gesammtmenge $M_n = 35 a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	—	—	—	—	—
1	12	2,48	a_1 190	6650	100
2	12	—	a_2 300	10690	161
3	—	2,49	a_3 510	18340	276
4	11,5	—	a_4 670	24450	368
5	—	2,48	a_5 825	30545	460
6	11	—	a_6 965	36270	545

XIII b Strömend Datum 16. Nov. 81. Dauer 9^{30}—3^{30}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 » Inhalt d. Diffus. { Anfang 176 CC. / Ende 174 » } Mittel 175 CC.

Inhalt z. Berechn. 175 CC. Gesammtmenge $M_n = 35 a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	69,5	12	2,48	—	—	—
1	—	11	—	a_1 240	8400	126
2	—	—	—	a_2 460	16340	246
3	70	11	2,48	a_3 660	23800	358
4	—	—	—	a_4 880	32160	484
5	70	11	2,48	a_5 1040	38640	581
6	—	—	—	a_6 1240	46680	702

XIII c Strömend Datum 18. Nov. 81. Dauer 9^{50}—3^{50}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 176 CC. / Ende 174 « } Mittel 175 CC.

Inhalt z. Berechn. 175 CC. Gesammtmenge $M_n = 35 a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	144	11	2,49	—	—	—
1	—	—	—	a_1 250	8750	132
2	143	10	2,48	a_2 480	17050	256
3	—	—	—	a_3 690	24880	374
4	—	—	—	a_4 900	32920	495
5	143	9,5	2,49	a_5 1090	40470	609
6	—	9,5	—	a_6 1280	48210	725

Versuchsreihe XIV. Diffusator V. Membran No. 4.

XIV a Ruhend Datum 8. Oct. 81. Dauer 12—4

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 177 CC. / Ende 176 « } Mittel 176,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 176,5 CC. Gesammtm. $M_n = 35{,}3\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d erst. Stde ruhend = 100
0	11	2,49	—	—	—
1	11	—	a_1 230	8119	100
2	—	2,50	a_2 430	15409	190
3	—	2,50	a_3 650	23605	291
4	13	—	a_4 750	27785	342
5	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	a_6 —	—	—

XIV c Strömend Datum 9. Oct. 81. Dauer 9^5—1^5

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 177 CC. / Ende 175 « } Mittel 176 CC.

Inhalt z. Berechn. 176 CC. Gesammtmenge $M_n = 35{,}2\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	142	10	2,52	—	—	—
1	—	—	—	a_1 250	8800	108
2	144	10	2,49	a_2 500	17850	220
3	143	10	2,50	a_3 700	25390	313
4	—	—	—	a_4 930	34186	421
5	—	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	—	a_6 —	—	—

XIV d Strömend Datum 7. Oct. 81. Dauer 1^5 — 5^5

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9,5 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 177 CC. / Ende 174 « } Mittel 175,5 CC

Inhalt z. Berechn. 175,5 CC. Gesammtmenge $M_n = 35{,}1\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	172	—	2,53	—	—	—
1	175	12	2,49	a_1 280	9828	121
2	—	—	—	a_2 510	18181	224
3	177	12	2,51	a_3 740	26764	330
4	—	—	—	a_4 970	35577	438
5	—	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	—	a_6 —	—	—

Die Ergebnisse dieser Versuche und ihre kritische Besprechung.

Um aus den vorstehend niedergelegten Beobachtungsdaten die Gesetze der Erscheinung in möglichst anschaulicher Weise ableiten zu können, erscheint es zweckmässig, dieselben in einer mehr übersichtlichen Form zusammenzustellen. So entstehen die folgenden drei Uebersichtstabellen.

Uebersichtstabelle 1.

Pergamentpapier + Eiweiss.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

	Schwächste Concentration = ca. 0,85 %.						Mittlere Concentration = ca. 1,30 %.			
Membran	No. 1.		No. 3.		No. 4.		No. 5.		No. 6.	
Versuchs-Reihe	Ia.	Ic.	IIa.	IIc.	IIIa.	IIIc.	IVa.	IVc.	Va.	Vc.
Datum	24. Nov. 1880	26. Nov. 1880	3. Dec. 1880	4. Dec. 1880	4. Dec. 1880	3. Dec. 1880	30. Dec. 1880	29. Dec. 1880	7. April 1881	6. April 1881
Temperatur	6	6-7	7½-8	7	8	7	7	6	8	7-8
Concentration	0,83-84	0,83-86	0,86-87	0,95-98	0,98	0,85-93	1,27-28	1,25-30	1,16-18	1,15-18
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.
Std. 1	1360	1650	1344	2331	1635	1968	1860	2790	1630	1956
» 2	2080	3020	2392	3400	2339	3012	3160	3965	2984	3646
» 3	3330	4430	3470	4332	3390	4086	4500	5950	4704	5386
» 4	4615	5715	4578	5290	4471	5682	5570	7065	6148	7176
» 5	5765	6705	6052	6772	5909	7651	7600	8830	7306	9016
» 6	6435	7885	7230	8627	7387	9839	8760	10180	8820	11884

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) nach n Stunden.

Std. 1	100	121	100	173	100	120	100	150	100	120
» 2	153	222	178	253	143	184	170	213	183	224
» 3	245	326	258	322	207	250	242	320	290	330
» 4	339	420	341	394	273	348	300	380	377	440
» 5	424	493	450	504	361	468	409	474	448	551
» 6	474	580	538	642	452	602	471	547	541	730
Inhalts-Differenz in CC.	?	?	± 0	− 3	− 3	− 2	− 2	− 2	− 2	− 2

Uebersichtstabelle 2.

Pergamentpapier + Eiweiss.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

	Stärkste Concentration = ca. 2,50 %.							
Membran	No. 6.		No. 8.			No. 7.		
Versuchs-Reihe	VIa.	VIc.	VIIa.	VIIb.	VIIc.	VIIIa.	VIIIc.	VIIId.
Datum	21. April 1881	20. April 1881	18. Nov. 1881	17. Nov. 1881	19. Nov. 1881	9. Oct. 1881	8. Oct. 1881	7. Oct. 1881
Temperatur	10-11	10	10-11	11	11	11	10	12
Concentration	2,40-48	2,40-50	2,48-49	2,45-49	2,48-50	2,51-52	2,49-51	2,50
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 4 Ctm	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Strömend 10 Ctm.
Std. 1	2592	8262	5085	5408	6084	7014	4676	5344
„ 2	5912	10461	9472	8610	10996	10898	10494	10848
„ 3	9980	13206	12798	13355	15034	13890	15814	15844
„ 4	13520	15540	16464	17524	19858	18966	21618	20980
„ 5	15540	19554	20573	21230	24981	—	—	—
„ 6	17934	25136	24164	24524	29732	—	—	—

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) nach n Stunden.

	VIa.	VIc.	VIIa.	VIIb.	VIIc.	VIIIa.	VIIIc.	VIIId.
Std. 1	100	319	100	100	120	100	67	76
„ 2	230	404	186	169	216	155	150	155
„ 3	385	510	252	263	295	198	225	226
„ 4	520	600	324	345	391	270	308	299
„ 5	600	754	405	418	491	—	—	—
„ 6	692	970	476	482	585	—	—	—
Inhalts-Differenz in CC.	— 4	— 4	1	— 2	2	(— 2) in 4 Std.	(— 2) in 4 Std.	(— 2) in 4 Std.

Uebersichtstabelle 3.

Schweinsblase.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

	Mittlere Concentration = ca. 1,30 %					
Membran	No. 1.		No. 2.		No. 3.	
Versuchs-Reihe	IXa.	IXc.	Xa.	Xc.	XIa.	XIc.
Datum	31. Dec. 1880	30. Dec. 1880	6. April 1881	7. April 1881	12. April 1881	11. April 1881
Temperatur	$6^1/_2$	6-7	8	8	$8^1/_2$-9	7-8
Concentration	1,31	1,31-32	1,15-16	1,20-23	1,23-25	1,25-30
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.
Std. 1	2925	5850	2632	2952	2776	2768
» 2	5777	7655	4686	5010	4938	5962
» 3	7902	9347	5813	6800	7160	8900
« 4	9762	11410	7299	8968	9095	11226
» 5	11510	12390	8496	10540	9733	12920
» 6	13140	15015	9394	12480	12758	15692

	Stärkste Concentration = ca. 2,50 %							
Membran	No. 3.		No. 5.			No. 4.		
Versuchs-Reihe	XIIa.	XIIc.	XIIIa.	XIIIb.	XIIIc.	XIVa.	XIVc.	XIVd.
Datum	22. April 1881	21 April 1881	17. Nov. 1881	16. Nov. 1881	18. Nov. 1881	8. Oct. 1881	9. Oct. 1881	7. Oct 1881
Temperatur	10-$10^1/_2$	9-10	11-12	11-12	$9^1/_2$-11	11-13	10	12
Concentration	2,40-50	2,49-50	2,48-49	2.48	2,48-49	2,49-50	2,49-52	2,49-53
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 4 Ctm.	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Strömend 10 Ctm.
Std. 1	4550	5220	6650	8400	8750	8119	8800	9828
» 2	9580	11286	10690	16340	17050	15409	17850	18181
» 3	13000	18566	18340	23800	24880	23605	25390	26764
« 4	19660	22914	24450	32160	32920	27785	34186	35577
» 5	23050	28416	30545	38640	40470	—	—	—
» 6	28205	34406	36270	40680	48210	—		

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) nach n Stunden.

	IXa.	IXc.	Xa.	Xc.	XIa.	XIc.
Std. 1	100	200	100	112	100	99,5
» 2	197	261	178	191	178	215
» 3	270	319	221	258	258	321
» 4	334	390	277	340	328	404
» 5	393	423	323	400	351	405
» 6	449	513	357	474	460	565
Inhalts-Differenz in CC.	— 4	— 4	— 7	— 8	— 3	— 4

	XIIa.	XIIc.	XIIIa.	XIIIb.	XIIIc.	XIVa.	XIVc.	XIVd.
Std. 1	100	115	100	120	132	100	108	121
» 2	210	248	161	240	250	190	220	224
» 3	286	408	276	358	374	201	313	330
» 4	432	503	368	484	495	342	421	438
» 5	506	624	460	581	600	—	—	—
» 6	620	750	545	702	725	—	—	—
Inhalts-Differenz in CC.	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	(— 1) in 4 Std.	(— 2) in 4 Std.	(— 3) in 4 Std.

Aus dem allgemeinen und speciellen Studium dieser Tabellen ergeben sich nunmehr die nachstehenden Thatsachen, welche als empirisch abgeleitete Gesetze angesehen werden dürfen.

1. Die Membran-Exosmose wird ceteris paribus durch das Strömen der Salzlösung in erheblichem Grade gesteigert, d. h. die durch dieselbe Membran in gleichen Zeiten und unter sonst gleichen Verhältnissen aus der strömenden Flüssigkeit exosmosirten Salzmengen sind erheblich grösser als aus der ruhenden.

Diese höchst merkwürdige Fundamental-Erscheinung tritt unmittelbar aus den Uebersichtstabellen in die Augen: auf welche der 14 zusammengehörigen Versuchsreihen wir unseren Blick lenken, allüberall finden wir die Zahlen der Columnen »strö-

mend« grösser als die entsprechenden, mit »ruhend« bezeichneten von gleicher Versuchsdauer. Und wenn wir wirklich drei Ausnahmefälle (bei VII b, Stde 2, VIII c, d, Stde 1 u. 2, und XI c, Stde 1.) antreffen, so sind dieselben so leicht in ihrem Ursprunge zu erklären und werden Dies später werden, dass gerade auch hier die Ausnahmen die Regel bestätigen und jene Erscheinung zu einer unumstösslichen Thatsache machen.

Während also — um diese Erscheinung an einem Beispiele zu sprachlichem Ausdrucke zu bringen, — nach Versuchsreihe III im ruhenden Apparat in 6 Stunden das $4^1/_2$fache der Salzmenge die Membran passirte, welche während der ersten Stunde osmosirte, ist unter sonst gleichen Verhältnissen und in derselben Zeit im strömenden Apparat das 6fache dieser Menge hindurchgegangen. Es hat demnach die Stromgeschwindigkeit von 8 Ctm. pr. Sec. eine Steigerung der Diffusionsmenge um 33 % hervorgerufen.

2. Die Zunahme der Membran-Exosmose durch Strömen der Lösung scheint an sich, d. h. qualitativ betrachtet, unabhängig von allen sonst auf die Diffusion wirkenden Factoren zu sein.

Diese wichtige Thatsache kann aus der Reihe der vorliegenden Beobachtungen allerdings nur mit gewisser Einschränkung abgeleitet werden, einfach weil die Zahl der Versuchsreihen und die Variation der sämmtlichen Versuchsbedingungen ungleich mannichfaltiger hätten sein müssen, um sie in der ganz allgemeinen Fassung aufrecht erhalten zu können. Ich habe deshalb auch das bescheidenere »scheint« in den obigen Gesetzesausdruck eingefügt. Für die mir zur Zeit zur Verfügung stehenden Beobachtungen trifft jedoch obige Folgerung in ganzem Umfange zu.

Dass die sonst so bedeutungsvolle specifische Natur der Membran qualitativ ohne Einfluss ist, wird schon dadurch bewiesen, dass zwei so heterogene Membranen wie Pergamentpapier und Schweinsblase eine derartige Zunahme in gleichem Sinne offenbaren. Aber auch alle einzelnen angewandten Membranen derselben Gattung, die doch thatsächlich als specifisch verschieden anzusehen sind (S. 27), zeigen dasselbe Bild. Ebenso dürfte auch die Dicke der Membran als gleichgültig erachtet werden dürfen; mindestens verhalten sich die Versuchsreihen XIII und XIV, bei welchen ja gespaltene Thierblase zur Verwendung kam, qualitativ nicht anders als die übrigen. Hinsichtlich der Temperatur ist man ja schon wegen des Angewiesenseins auf das Leitungswasser für die Versuche auf ziemlich enge Grenzen beschränkt, und bewegen sich diejenigen meiner Versuchsreihen, welche wegen der Gleichheit der übrigen Verhältnisse hier zum Beweise verwendet werden können, sogar nur in den geringfügigen Temperaturdifferenzen von 2—3 °C; allein innerhalb dieser giebt sich ein Einfluss auf die Erscheinung an sich nicht kund. Zwingender kann diese Unabhängigkeit für die Concentration der Lösungen erwiesen werden, da letztere, wenn auch immerhin schwach, so doch in dem Verhältniss 1 : 1,5 : 3 stehen und dabei die Erscheinung selbst unverändert bestehen lassen, was ja die Uebersichstabellen 1—3 ohne Weiteres lehren.

Auch die verschiedene Geschwindigkeit des Stromes, die freilich aus vielen praktischen Gründen (S. 22) ebenfalls nur relativ kleine Schwankungen (ca.

4, 8, 10 Ctm. pr. Sec.) zuliess, ändert an der Thatsache der osmotischen Zunahme nichts. Es zeigen die Versuchsreihen VII b c, VIII c d, XIII b c und XIV c d im Verhältniss zu VIIa, VIIIa, XIIIa und XIVa unverrückt höhere Zahlen der strömenden Diffusionsmengen gegenüber den ruhenden. Einzelne hiebei wie auch sonst beobachtete Ausnahmefälle führen zur letzten aufzuwerfenden Frage, ob etwa die Zeitdauer der Versuche die fragliche Erscheinung qualitativ umgestalte. Auf diesen Punkt werden wir noch mehrfach und eingehend zurückzukommen haben; allein an dieser Stelle schon kann bezüglich jener Ausnahmefälle eine sehr einfache und naheliegende Erklärung gegeben werden, welche dieselben aller irgendwie einschneidenderen Bedeutung entkleidet. Bei den Versuchsreihen VII a und b sind die relativen Diffusionsmengen nach 2 Stunden ruhend = 186, strömend = 169, letztere also kleiner, während die der ersten Stunde und die der späteren das umgekehrte, also normale Verhältniss zeigen. Geht man auf die Berechnung jener Zahlen aus den absoluten Diffusionsmengen und auf die mannichfachen kleinen Fehlerquellen zurück, welche sich für letztere Bestimmungen geltend machen (S. 33, 35), erkennt man aus dem Vergleiche der übrigen Zahlen jener Columnen, dass bei der für VII b benutzten kleinsten Stromgeschwindigkeit die Differenzen mit VII a überhaupt nur geringe sind, so wird man auch jene unerhebliche und widersinnige, ausnahmsweise Differenz von 186—169 mit Fug und Recht auf einen Beobachtungsfehler als Ursache zurückführen dürfen.

In noch höherem Grade gilt dieselbe Erklärung für die noch weit kleineren Differenzen, welche die Versuchsreihen VIII c u. d in der zweiten Stunde gegen VIII a (150 u. 155 gegen 155) und XI c in der ersten Stunde gegen XI a (99,5 gegen 100) offenbaren. Alle diese Differenzen und Ausnahmefälle können deshalb ebensowenig Etwas gegen die Thatsache der osmotischen Steigerung durch Strömung an sich beweisen, wie sie eine Abhängigkeit von der Zeitdauer darzuthun im Stande sind. Selbstverständlich wird übrigens von einer derartigen Irrelevanz der Zeit überhaupt nur die Rede sein können, solange die Concentrationsdifferenz eine constante oder doch, wie in meinen Versuchen, eine nur bis zu einem gewissen Grade (um $^1/_{10}$) abnehmende ist (S. 30).

Ja, wenn sich thatsächlich alle jene besprochenen Ausnahmefälle und der noch nicht berücksichtigte in Versuchsreihe VIII c u. d gegen VIII a in der ersten Stunde (67 u. 76 gegen 100) auffallender Weise lediglich auf die ersten Versuchsstunden beschränken, so würde man behufs deren natürlicher Erklärung sogar auf die Heranziehung fehlerhafter Beobachtung verzichten und statt dessen auf den allgemein bekannten Umstand verweisen können, dass alle Diffusionsbestimmungen zu Beginn eines Versuches die wenigst constanten und zuverlässigen sind, weil sich dann der störende Einfluss der Imbibition am stärksten geltend macht. Eben auf dieses Moment wird später noch die kritische Besprechung gelenkt werden müssen.

3. Ihrem Grade nach d. h. also quantitativ scheint die Steigerung der Membran-Exosmose durch Strömen der Lösung

abhängig von der specifischen Natur der Membran, von der Stromgeschwindigkeit und von der Zeitdauer,

unabhängig von der Concentration der Salzlösung

zu sein.

Die Uebersichtstabellen 1—3 liefern in ihren relativen Diffusions-Mengen zwar ein vollkommen richtiges und erschöpfendes Bild über den Verlauf der Erscheinung auch in quantitativer Beziehung — und wir werden davon gerade später ausgedehnten Gebrauch machen —, allein zur Ableitung der obigen Schlussfolgerungen geben wir ihrem Inhalte doch zweckmässiger eine andere Form. Denn hiefür kommt es nicht so sehr auf einen vollständigen Einblick in den Gang zweier zusammengehörigen Versuchsreihen an, als auf eine zahlenmässige Beurtheilung der Wirkungen in den verschiedenen Versuchsreihen. Diese gelangt am besten zum Ausdruck, wenn die jedesmaligen zusammengehörigen relativen Diffusionsmengen wieder allgemein vergleichbar (nicht blos in Beziehung auf diejenigen der Ersten Stunde ruhend) gemacht werden, was durch procentische Berechnung der dort gegebenen Zahlenwerthe »strömend« auf diejenigen gleicher Zeitdauer »ruhend« leicht geschieht. Der Ueberschuss über 100 giebt alsdann die Zahl der relativen Steigerung, welche nun für alle Versuchsreihen unmittelbar vergleichbar wird. Auf diese Weise berechnet sich z. B. aus Versuchsreihe III a und c aus den relativen Diffusionsmengen der sechsten Stunde 452 und 602 ein Verhältniss 100 : 133 oder eine Steigerung um 33 %, d. h. unter den sonstigen bei III herrschenden Versuchsbedingungen hat eine Strömung der Salzlösung von der Geschwindigkeit = ca. 8 Ctm. pr. Sec. nach sechs Stunden eine Steigerung der Diffusionsmenge um 33 % der im ruhenden Zustand ceteris paribus exosmosirten bewirkt.

Mit Rücksicht auf die sämmtlichen zur Discussion stehenden Schlussfolgerungen ist einer so berechneten Tabelle die folgende Form gegeben und dabei eine grössere Ausdehnung betreffs der verschiedenen Zeitdauer namentlich deshalb für unnöthig erachtet, weil hierüber doch noch weiter unten gesprochen werden muss.

Uebersichtstabelle 4.

Die Steigerung der Diffusionsmengen aus der strömenden Lösung,
ausgedrückt in % der in gleichen Zeiten aus der ruhenden Lösung erhaltenen Mengen, beträgt bei

Concentration	Pergamentpapier + Eiweiss.							Schweinsblase.						
	Vers.-Reihe	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm.		Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm.		Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm.		Vers.-Reihe	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm.		Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm.		Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm.	
		n. 4 Std.	n. 6 Std.	n. 4 Std.	n. 6 Std.	n. 4 Std.	n. 6 Std.		n. 4 Std.	n. 6 Std.	n. 4 Std.	n. 6 Std.	n. 4 Std.	n. 6 Std.
Schwächste = ca. 0,85 %	I	—	—	24%	23%	—	—							
	II	—	—	15%	20%	—	—							
	III	—	—	27%	33%	—	—							
Mittlere = ca. 1,30 %	IV	—	—	27%	16%	—	—	IX	—	—	17%	14%	—	—
	V	—	—	17%	35%	—	—	X	—	—	23%	33%	—	—
								XI	—	—	23%	23%	—	—
Stärkste = ca. 2,50 %	VI	—	—	15%	40%	—	—	XII	—	—	16%	22%	—	—
	VII	7%	1%	21%	23%	—	—	XIII	31%	29%	35%	33%	—	—
	VIII	—	—	14%	—	11%	—	XIV	—	—	23%	—	28%	—

Unmittelbar auffällig beim Anblick dieser Tabelle wirkt einerseits das Schwanken der Zahlen innerhalb ziemlich weiter Grenzen, selbst wenn man auch nur die zusammengehörigen Gruppen vergleicht, andererseits die Thatsache, dass diese Grenzen dennoch für alle Gruppen fast gleich sind. Fassen wir z. B. nur die sechsstündigen Beobachtungen am Pergamentpapier bei der Geschwindigkeit c = ca. 8 Ctm. ins Auge, so sehen wir Schwankungen innerhalb 16—40 %; dieselben vertheilen sich aber nicht etwa in irgend regelmässiger Weise über die verschiedenen Concentrationsgruppen, so dass die schwächste Concentration die niedrigsten, die stärkste Concentration die höchsten Zahlen darböte, sondern sie zeigen sich wieder in jeder einzelnen Gruppe. Es hat also z. E. VII c bei der stärksten (dreimal so starken) Concentration eine Steigerung nur von 23 % gegenüber einer solchen von 33 % bei der schwächsten Concentration in III c. Ein gleiches Bild liefern die vierstündigen Beobachtungen unter sich, und zu ganz den nämlichen Ergebnissen gelangt man, sobald man die Versuchsreihen mit Schweinsblase überblickt. Hieraus ergiebt sich direkt die behauptete Unabhängigkeit von der Concentration der Salzlösungen.

Will man nun aber dieses Schwanken an sich erklären, so bleibt dafür, weil eben alle übrigen Verhältnisse nahe oder ganz gleich sind, keine andere Deutung, als die specifische Natur der Membran in dem strengen, von mir schon mehrfach (S. 27) betonten Sinne. Und zwar macht sich dieselbe in so hohem Grade geltend, dass dadurch nicht allein die verschiedene Concentration, sondern auch sogar die verschiedenartige stoffliche Beschaffenheit der Membran völlig unterdrückt d. h. in ihrem etwaigen Einflusse unkenntlich wird, obschon man diese gemeiniglich und mit Recht als das erheblichste Moment für die specifische Wirkung einer Membran betrachtet. Die correlaten Beobachtungen mit Schweinsblase (Versuchsreihen IX—XIV) offenbaren nämlich die gleichen Grenzen der Schwankungen (14—35 %) wie bei dem Pergamentpapier, was nicht möglich wäre, wenn die so heterogene stoffliche Beschaffenheit (Substanz) der Membran einen wirklich entscheidenden Factor repräsentirte. Das eigentlich Maassgebende ist also die rein moleculare Structur, gegenüber welcher die stoffliche und histologische Verschiedenheit zurücktritt.

Hinsichtlich des Einflusses der Stromgeschwindigkeit stehen freilich nur wenige Beobachtungsdaten (VII, VIII, XIII, XIV) zu Gebote, allein die Mehrzahl derselben äussert sich doch in deutlicher Weise. Aus VII b c, XIII b c und XIV c d ist eine Zunahme der Steigerung mit wachsender Stromgeschwindigkeit ohne Weiteres ersichtlich; bei VIII c d offenbart sich zwar das Gegentheil, jedoch kann es bei der geringen Differenz (14 % : 11 %) fraglich bleiben, ob hier nicht Versuchsfehler sich geltend machen, auf deren unerlässliche Berücksichtigung bei der Kritik ich ja wiederholt hingewiesen habe. Halten wir uns deshalb an das zur Zeit vorliegende Beobachtungsmaterial, so dürfen wir die betreffende Abhängigkeit dahin näher präcisiren,

dass die Steigerung der Membran-Exosmose um so erheblicher wird, je grösser die Stromgeschwindigkeit der Salzlösung ist,

eine Folgerung, die übrigens fast selbstverständlich erscheinen möchte, nachdem ja die Thatsache einer Steigerung durch Strömung gegenüber dem Ruhestand an und

für sich zweifellos festgestellt ist. Ausserdem wird dieselbe durch die Ergebnisse der späteren Untersuchungen an phaneroporösen Diaphragmen eine weitere wesentliche Kräftigung erfahren, auf welche ich, weil stets auf rein experimentellem Boden stehend, nicht geringen Werth lege.

Um endlich den Einfluss der Zeitdauer in quantitativer Richtung zu erkennen, haben wir die in Uebersichtstabelle 4 verzeichneten Steigerungswerthe der 4 und 6stündigen Beobachtungen unter einander zu vergleichen, wobei demnach die Versuchsreihen VIII und XIV in Wegfall kommen. Die übrigen 14 Beobachtungen bieten nun aber kein übereinstimmendes Bild. Während bei den einen die Zahlen für 6stündige Versuchsdauer viel grösser sind, als für 4stündige (z. B. V), sind sie bei anderen ganz oder nahezu gleich (z. B. I, VII c, XI), bei wieder anderen sogar erheblich kleiner (z. B. IV). Ordnet man dieselben nach solchen Gesichtspunkten, so stellt sich heraus, dass 6 Versuchsreihen (II, III, V, VI, X, XII) eine Zunahme, 5 derselben (I, VII c, XI, XIII b und XIII c) eine gänzliche oder fast gänzliche Gleichheit und nur 3 derselben (IV, VII b, IX) eine Abnahme der Steigerung mit der Zeit aufweisen. Berücksichtigt man, dass von den letztgenannten die Versuchsreihe IX füglich noch in die zweite Gruppe gesetzt werden dürfte, dass also dann nur 2 Versuchsreihen (IV und VII b) eine wirkliche Ausnahmestellung gegenüber den anderen 12 einnehmen würden, und dass hierbei allerdings wohl eigenartige Störungen neben Versuchsfehlern zu gemeinsamer Wirkung kommen konnten, so wird man sich gerade durch die Versuchsergebnisse berechtigt fühlen, das Gesetz der Abhängigkeit von der Zeitdauer dahin zu formuliren, dass

> die Steigerung der Membran-Exosmose durch Strömung der Lösung ceteris paribus und bei Erhaltung der Concentrations-Differenz bis zu einem gewissen Grade (S. 30) mit zunehmender Zeitdauer bald wächst, bald constant bleibt.

Auch diese hier unmittelbar abgeleitete Folgerung wird durch die weiteren Untersuchungen eine volle Bestätigung und kräftige Unterstützung finden.

Ueber den Einfluss noch anderer Factoren wie z. B. der Temperatur oder der Membran-Dicke Kenntniss zu gewinnen, hat sich bei meinen Untersuchungen keine Gelegenheit geboten und wird sich auch die Möglichkeit hiefür experimentell nur schwer beschaffen lassen.

4. Bei der Membran-Exosmose strömender Salzlösungen gegen Wasser erfolgt entsprechend dem allgemeinen Gesetz osmotischer Aequivalenz stets ein dem Volum nach grösserer Eintritt von Wasser im Sinne der Endosmose. Ob die Strömung an sich und ob die verschiedene Stromgeschwindigkeit einen Einfluss auf die Grösse dieser Aequivalenz d. h. auf den osmotischen Aequivalentwerth ausübt, lässt sich mit Sicherheit nicht erkennen. Jedenfalls scheint eher eine Verminderung als eine Steigerung desselben einzutreten.

Die allgemeine und weniger bestimmte Fassung dieses vierten und letzten Versuchsergebnisses ist keine unbeabsichtigte, sondern sie soll grade dem weniger entschiedenen Character dieser Beobachtungsresultate Rechnung tragen.

Dem ganz allgemeingültigen Gesetze der Diffusion, also auch der Osmose, dass dieselbe eine doppelsinnige, auf einem Austausch des einen gegen einen zweiten Körper beruhende sei, musste man natürlich in meinen Versuchen volle Beachtung schenken und eine dahingehende Prüfung zuwenden, ob und in welchem Umfange etwa auch hier eine Abweichung von bekannten Erscheinungen sich offenbare.

Jenem Gesetze gemäss war also gegenüber dem Austritt von NaCl aus der ruhenden oder strömenden Salzlösung in den Diffusator ein entsprechender Eintritt von Wasser aus letzterem in die Salzlösung von Vorneherein zu erwarten und, da das NaCl überdies zu denjenigen Stoffen gehört, deren osmotisches Aequivalent grösser als Wasser ist, umsomehr vorauszusehen, dass sich dieser Austausch zugleich mit einer Volumverminderung des Diffusator-Inhaltes vollziehe. Kurz gesprochen musste in allen Versuchen, sofern sie gesetzmässig verlaufen sollten, der Inhalt des Diffusators am Ende einer jeden Versuchsreihe verringert erscheinen. Da dies thatsächlich immer der Fall war, so liess ich bei den älteren Untersuchungen eine genauere Bestimmung als gleichgültig fallen, bis ich durch spätere Wahrnehmungen zur Wiederaufnahme derselben veranlasst wurde. Derartige in dieser Beziehung ganz unverwerthbare oder doch minderzuverlässige Versuchsreihen sind I, II, IV, welche daher auch für die nachfolgenden Betrachtungen nicht in Frage kommen.

Ein Blick auf die Uebersichtstabellen 1—3, wo diese Inhaltsdifferenzen im Diffusator für »Ruhend« und »Strömend« in einer besonderen Rubrik zusammengestellt sind, zeigt nun allerdings ausnahmslos negative Vorzeichen der gefundenen Differenzen d. h. ja eben Abnahme am Ende des Versuches, und es wird damit die Uebereinstimmung meiner Versuche mit jenen allgemeinsten Gesetzen des osmotischen Austausches erwiesen.

Allein schon die dortigen Zahlen selbst rufen andererseits unwiderstehlich Zweifelfragen und den Trieb zu deren Beantwortung hervor. Denn wenn — um nur die hauptsächlichste sofort zu nennen — nach unferen früheren unbestreitbaren Ergebnissen die Strömung der Lösung ceteris paribus die Diffusionsmengen für gleiche Zeiten erheblich (bis zu 40 % bei 6stündiger Versuchsdauer) steigert, und wenn mit dem Eintritt grösserer Salzmengen in den Diffusator ein entsprechend wachsender Austritt von Wasser aus demselben verknüpft sein soll, so müsste natürlich die Inhaltsdifferenz für »Strömend« stets grösser sein als die für »Ruhend« der zusammengehörigen Versuche, und zwar in richtigem Verhältniss zu der eingetretenen Steigerung. Von diesen beiden Consequenzen offenbaren aber jene Zahlen fast das grade Gegentheil. In der Mehrzahl der Fälle (6) sind die Inhaltsdifferenzen (Austrittsmengen des Wassers) für Ruhend und Strömend einander ganz gleich, in einem Falle sogar Strömend kleiner, und in den übrigen (4) Fällen zwar grösser für Strömend, allein immer um dieselbe Menge (= 1 CC.), obschon die Steigerung der Diffusionsmengen in den betreffenden Versuchen zwischen 23 % und 33 % schwankt. Dieser beachtenswerthe Widerspruch weckte natürlich

wieder den Gedanken an die Möglichkeit, ob denn vielleicht doch die strömende Bewegung der Flüssigkeit einen unbekannten, eigenartigen Einfluss auch auf diesen endosmotischen Vorgang ausübe, und wie derselbe sich etwa quantitativ gestalte. Die glückliche Austragung dieses Gedankens stösst nun leider auf zwei so schwer zu bewältigende Hemmnisse, dass ich vorweg zugestehe, zu endgültigen und abschliessenden Ergebnissen nicht gekommen zu sein. Andererseits aber möchte ich doch nicht auf eine weitere Entwicklung desselben an dieser Stelle verzichten, da sie neben manchem Thatsächlichen von Interesse auch einige Anregung für die Fortsetzung dieser Forschungen von anderer Seite bieten dürfte.

Das eine Hemmniss liegt in der nur annähernden Zuverlässigkeit der absoluten Zahlenwerthe für jene Inhaltsdifferenzen (s. oben S. 34). Die Ausmessung des Diffusatorinhaltes geschah zu Beginn des Versuches in der Weise, dass der mit Membran überspannte Diffusator auf eine ebene Glasplatte gestellt und dann aus einem bis zu einem gegebenen Scalenstrich mit Wasser gefüllten Messcylinder bis zu der erforderlichen Marke gefüllt wurde, somit der Unterschied die Anzahl eingegossener Cubikcentimeter Wasser ergab, während am Ende des Versuches der aussen schnell abgetrocknete Diffusator thunlichst vollkommen in denselben jetzt leeren Messcylinder entleert und so die noch vorhandenen Cubikcentimeter direkt abgelesen wurden. Dass diese Methode keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit erheben kann, ja dass ihre Fehlerquellen viel grösser sind, als die durch Vernachlässigung der Correctionen für Temperaturverschiedenheiten u. s. w. entstehenden, weiss ich sehr wohl, allein es ist mir nicht gelungen, bei der einmal gegebenen Beschaffenheit und Grösse meiner Apparate einen anderen verheissungsvolleren Weg ausfindig zu machen. Dazu kommt ferner noch, dass ja das Endvolum (z. B. nach 6stündiger Versuchsdauer) überdies mit allen den Fehlerquellen belastet ist, welche durch das sechsmalige Entnehmen der 5 CC. Versuchsprobe und das sechsmalige Wiedereinfüllen der 5 CC. reinen Wassers mittels der Pipette, wenn auch immer derselben, nothwendig verknüpft sind. Auch diese Beeinträchtigung der Zuverlässigkeit jener Volumbestimmungen wäre nicht anders zu heben gewesen als durch eine ganz andere Anordnung meiner Versuche, auf welche aber gerade nach den früheren (S. 14 ff., 32 ff.) eingehenden Begründungen im Hinblick auf die Hauptfragen besonderer Werth gelegt werden musste. In vollem Bewusstsein aller dieser Mängel würde ich mich kaum gewundert haben, wenn die fraglichen Werthe die allerverschiedensten Zahlengrössen und also ein ganz verworrenes Bild dargeboten hätten. Da dieselben aber, wie schon erwähnt und wie wir gleich weiter erkennen werden, thatsächlich nur zweierlei Erscheinungen aufdecken und innerhalb einer jeden Versuchsgruppe eine wahrhaft seltsame Uebereinstimmung bekunden, so glaube ich mich zu der auch nicht so unwahrscheinlichen Annahme berechtigt, dass eben jene Fehlerquellen sich im Grossen und Ganzen wechselseitig ausgleichen und somit ein immerhin noch brauchbares Material übrig lassen. Selbstverständlich wird man zur Erklärung ganz vereinzelt stehender Ausnahmefälle mit Recht auf jene Fehlerquellen zurückgreifen dürfen, und ich stehe z. B. nicht an, die Erscheinung der Versuchsreihe III a c, wo die Inhaltsdifferenz (das eingetretene Wasservolum) »Strömend«

kleiner ist als »Ruhend«, trotzdem dort um 33 % mehr NaCl exosmosirte, durch Messungsfehler zu deuten, also in ihrer Beweiskraft ungültig zu machen. Ebenso ferne liegt mir der Glaube, dass die absoluten Zahlen für die CC. wirklich genau wären, sondern ich habe auf Grund meiner vielen Beobachtungen allen Anlass, für dieselben eine Fehlergrenze von etwa $\pm$ $^1/_2$ CC. bereitwilligst zuzugestehen.

Aus den im Vergleiche der verschiedenen Gruppen von Versuchsreihen hervortretenden Unterschieden der Volumdifferenzen (z. B. 4 CC. bei IX a c, 7 und 8 CC bei X a c und 2 CC bei XII a c) darf hingegen keinesweges ein Einwand gegen das eben Gesagte entnommen werden; denn diese Abweichungen kann man auf ganz andere wirksame Ursachen zurückführen. Wir nähern uns hiemit der Erörterung des zweiten Hemmnisses für eine entscheidende Ausnutzung unserer Beobachtungsdaten. Mit Rücksicht auf deren wünschenswerthe Anschaulichkeit sei es wiederum gestattet, aus den früheren Zahlentafeln unter Ausschluss der schon oben beanstandeten Versuchsreihen I, II, IV eine neue

Uebersichtstabelle 5 (Siehe umstehend)

zu extrahiren.

Um nämlich jene Gruppendifferenzen sachlich zu erklären, hätte man sich zunächst zu erinnern, dass die absolute Menge CC. endosmosirten Wassers grade nach dem Gesetze des osmotischen Aequivalentes abhängig ist von der absoluten Menge exosmosirten Chlornatriums, dass also jene Unterschiede wirklich auf nichts Anderem beruhen könnten, als auf der Verschiedenheit der absoluten Diffusionsmengen in den betreffenden Versuchsreihen, während wir bisher stets nur die relativen ins Auge fassten. Diesem Erforderniss richtiger Kritik soll die Tabelle 5 Genüge thun. Ein Blick in letztere belehrt aber nun sofort, dass den grösseren Volumabnahmen (z. B. von 4 CC in VI, IX, XI oder 7—8 CC in X) keineswegs die grösseren absoluten Diffusionsmengen gegenüber den geringeren Volumabnahmen (von 1—2 CC in V, VII, VIII, XII, XIII, XIV) entsprechen. Vielmehr hat, sofern der Vergleich naturgemäss auf die nämlichen Hauptbedingungen (Pergament-Papier einerseits, Schweinsblase andererseits) eingeschränkt wird, das grade Gegentheil Statt hat. Wie ist Dies nun zu deuten?

Die von *Vierordt* und *Jolly* zuerst gebrachte Aufstellung des »endosmotischen Aequivalentes« und namentlich die von letztgenanntem Forscher aus seinen umfassenden Untersuchungen abgeleiteten Werthe desselben für verschiedene Substanzen statuirten für einen und denselben Stoff eine gewisse Constanz des osmotischen Aequivalentes, welches nur in geringem Grade mit den Temperaturen schwanke. Wäre Dies richtig, so müssten allerdings, da in unseren sämmtlichen Versuchsreihen die Temperaturdifferenzen sehr geringe waren, die grösseren Volumabnahmen durch grössere Mengen aufgenommenen Kochsalzes verursacht sein. Da Dies ersichtlich nicht der Fall, so giebt es nur eine Alternative, entweder ist jene Annahme von der Constanz des Aequivalentes unzulässig, oder es sind zunächst meine Zahlenwerthe sei es durch die oben besprochenen Fehlerquellen, sei es durch andere Factoren beeinflusst. Schon die numerische Vergleichung lässt uns zu einem Entscheide gelangen. *Jolly* hat das osmotische Aequivalent für NaCl bei mittleren Temperaturen = 4,5 gefunden, d. h. bei dem osmotischen

Uebersichtstabelle 5.

Die Volumabnahmen im Diffusator = Endosmosirte Wassermengen im Vergleiche zu den absoluten Mengen exosmosirten Kochsalzes.

Concentration der Salzlösung	Pergamentpapier + Eiweiss. Versuchs-Reihe No.	Dauer Stunden	Absol. Diff.-Menge **Ruhend** Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Volum-Abnahme im Diffusator	Absol. Diff.-Menge **Strömend** c = ca 8 Ctm. Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Steigerung der Diff.-Menge durch Stromung	Schweinsblase. Versuchs-Reihe No.	Dauer Stunden	Absol. Diff.-Menge **Ruhend** Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Volum-Abnahme im Diffusator	Absol. Diff.-Menge **Strömend** c = ca. 8 Ctm. Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Steigerung der Diff.-Menge durch Stromung
Schwächste	**III a**	6	7387	3 CC	—	—						
= ca. 0,85 %	**III c**	6	—	2 ,,	9839	33 %						
							IX a	6	13140	4 CC	—	—
							IX c	6	—	4 ,,	15015	14 %
Mittlere	**V a**	6	8820	2 ,,	—	—	**X a**	6	9394	7 ,,	—	—
= ca. 1,30 %	**V c**	6	—	2 ,,	11884	35 %	**X c**	6	—	8 ,,	12480	33 %
							XI a	6	12758	3 ,,	—	—
							XI c	6	—	4 ,,	15692	23 %
	VI a	6	17934	4 ,,	—	—	**XII a**	6	28205	2 ,,	—	—
	VI c	6	—	4 ,,	25136	40 %	**XII c**	6	—	2 ,,	34406	22 %
Stärkste	**VII a**	6	24194	1 ,,	—	—	**XIII a**	6	36270	2 ,,	—	—
= ca. 2,50 %	**VII c**	6	—	2 ,,	29732	23 %	**XIII c**	6	—	2 ,,	48210	33 %
	VIII a	4	18966	2 ,,	—	—	**XIV a**	4	27785	1 ,,	—	—
	VIII c	4	—	2 ,,	21618	14 %	**XIV c**	4	—	2 ,,	34186	23 %

Austausche von Kochsalz gegen Wasser sollen stets 1 grm. NaCl 4,5 grm. Wasser und vice versa ersetzen, wofür innerhalb unserer Versuchstemperaturen (6—13° C.) anstandslos 4,5 CC. Wasser substituirt werden kann. Demnach müsste entsprechen

eine Volumabnahme im Diffusator (Verschwundenes Wasser).	einer daselbst aufgenommenen Menge NaCl in Centimilligrm.
1 CC.	22222
1,5 »	33333
2 »	44444
3 »	66667
4 »	88889

Selbst bei weitgehendster Anerkennung einer an unseren Zahlen für die Volumabnahme anzubringenden, oben berührten Correction von mindestens ± 1/2 CC. würden dennoch nur die Versuchsreihen VII a c, XII a c, XIII a c und XIV mit dieser Berechnung annähernd übereinstimmen, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Versuchs-Reihe	Beobachtete		Berechnete (nach dem Aequivalent = 4,5 [Jolly])	
	Exosmosirte absolute NaCl-Menge in Centimilligrm.	Volum-Abnahme in CC	bei einer angenommenen Volum-Abnahme in CC	Exosmosirte absolute NaCl-Menge in Centimilligrm.
VII a	24194	1	1 1/8	24999
VII c	29732	2	1 3/8	30554
XII a	28205	2	1 1/4	27777
XII c	34406	2	1 1/2	33333
XIII a	36270	2	1 5/8	36110
XIII c	48210	2	2 1/6	48148
XIV a	27785	1	1 1/4	27777
XIV c	34186	2	1 1/2	33333

Alle übrigen Versuchsreihen würden aber mit jener Berechnung geradezu im vollsten Gegensatze stehen, weil bei ihnen den Volumabnahmen von 3, 4, 7 und 8 CC. aufgenommene NaCl-Mengen gegenüberstehen, denen darnach kaum 1/2 — 1CC. Wasserverlust entspräche. Und da die Versuche selbst in durchaus gleicher Weise und mit allen Cautelen der Experimentirkunst durchgeführt sind, so wird es doch schon nahe liegen, die Ursache für diesen Gegensatz nicht in jenen, sondern vielmehr in der Unzulässigkeit der allgemein gültigen Berechnung d. h. des Principes von der Constanz des endosmotischen Aequivalentes zu finden.

Nun hat aber bereits vor längerer Zeit *Graham* u. A. in seinen ausgezeichneten Arbeiten nachgewiesen, dass das Gesetz des endosmotischen Aequivalentes in der That

kein einfach gültiges sei, vielmehr noch von verschiedenen Factoren beeinflusst werde. Unter diesen tritt denn auch die Concentrationsstärke in den Vordergrund und zwar in dem Sinne, dass das Aequivalent bei schwächeren Concentrationen grösser sei als bei stärkeren. Unsere Daten für IX und XI gegenüber XII, XIII und XIV können wirklich als direkte Belege hiefür angesehen werden, indem sich aus den beiden ersteren für eine Concentration von ca. 1,30 % übereinstimmend ein osmotisches Aequivalent von ungefähr 25 berechnet, während für die letzteren bei einer doppelt so starken Concentration (ca. 2,50 %) das *Jolly*'sche = 4,5 gilt. Dabei würden die Versuchsreihen XI und XII besonders beweiskräftig sein, weil sie mit der gleichen Schweinsblasenmembran No. 3 angestellt sind, und es wäre nicht minder beachtenswerth, dass gerade die drei letztgenannten Versuchsreihen, also alle mit der gleichen Concentration 2,50 % ausgeführten, auf die gleiche Aequivalentzahl = 4,5 hindeuten. Eine Ausnahmestellung nimmt Versuchreihe X ein, aus deren Zahlen sich ein viel höheres Aequivalent (ungefähr 65—70) berechnen würde, obschon bei ihr mit derselben Concentration wie bei IX und XI gearbeitet wurde. Allein hier ergiebt sich ein weiterer für die ganze Frage wie für die Kritik der Beobachtungen sehr bemerkenswerther Fingerzeig. In Versuchreihe X ist nämlich (s. oben S. 41) zum Unterschiede von allen anderen nicht Schweinsblasenmembran für sich, sondern eine mit Eiweiss überstrichene zur Anwendung gekommen, und es liegt somit sehr nahe, die thatsächliche Ausnahmestellung auf diesen Umstand zurückzuführen und damit die Bedeutung der specifischen Natur der Membran auch für das Princip der osmotischen Aequivalenz zur Geltung zu bringen. Gerade im Hinblick auf die sonst zur selben Gruppe gehörigen und übereinstimmenden Versuchsr. IX und XI dürfte aus Versuchsr. X überzeugend hervorgehen, dass die specifische Natur der Membran ein ebenfalls sehr in Betracht zu ziehender Factor bei der Bestimmung der osmotischen Aequivalentzahlen sei. Mit diesem Ergebniss bereichert werden nun auch die Unregelmässigkeiten deutungsfähig, welche uns die Versuchsr. V und VI aus zwei verschiedenen Concentrationsgruppen, und VI, VII, VIII innerhalb einer solchen darzubieten scheinen; es gewährt jedoch nicht Interesse genug, Dies hier im Einzelnen auszuführen. Auch die durch mehr oder minder gewaltsame Correctionen der beobachteten Volumabnahmen erzielte Uebereinstimmung der Versuchsr. VII, XII, XIII und XIV mit der *Jolly*'schen Aequivalentzahl kann jetzt als ganz nebensächlich angesehen werden. Denn übt einmal, wie doch wahrscheinlich gemacht, die specifische Natur der Membran einen Einfluss auf die Grösse der Austauschmengen, so werden die Abweichungen der Versuchsr. VII und XII, bei denen jene erforderliche Correction eine sehr erhebliche sein musste, sehr wohl durch dieses Moment erklärt werden dürfen, und wenn dann im Gegensatze zu XII die Versuchsreihen XIII und XIV trotz gleicher Concentration wirklich ohne Zwang zu der *Jolly*'schen Aequivalentzahl führen, so wird auch Dies begreiflich, weil für letztere beiden übereinstimmend gespaltene, also eine specifisch recht verschiedene, Schweinsblase verwendet worden war.

Aus der ganzen vorstehenden Zwischenbetrachtung geht demnach hervor, dass die zwischen den verschiedenen zusammengehörigen Versuchsreihen her-

vortretenden Unterschiede in den der beobachteten Volumabnahmen und ihre Nichtproportionalität mit den absoluten Diffusionsmengen keineswegs auf Beobachtungsfehler zurückgeführt werden müssen, sondern vielmehr auf der Abhängigkeit der osmotischen Aequivalenz von der Concentration der Lösungen und der specifischen Natur der Membran beruhen.

Nachdem somit das Vertrauen in die relative Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit unserer Zahlen erheblich gestärkt ist, können wir zu der uns eigentlich interessirenden Frage zurückkehren, ob und welchen Einfluss die Strömung der einen Lösung auf die endosmotische Aufnahme, d. h. auf die osmotische Aequivalentzahl, ausübe. Zu dem Ende haben wir die Inhaltsdifferenzen der zusammengehörigen Versuchsreihen »ruhend« und »strömend« unter einander zu vergleichen und aus diesem Vergleich das allgemeine Ergebniss zu ziehen. Schon früher (S. 53) ist nachgewiesen, dass unsere Versuche eine zwiefache Erscheinung darbieten, nämlich in 6 Fällen, wenn wir von Versuchsreihe III absehen (S. 54, 55), Gleichheit der Volumabnahmen ruhend und strömend, in 4 Fällen eine um 1 CC. grössere Volumabnahme strömend als ruhend. Inwieweit nun Dies der einfachen osmotischen Aequivalenz entspricht, oder aber eine Steigerung oder Verminderung derselben durch die Strömung andeutet, kann erst durch eine weitere Erörterung klar gestellt werden. Unter Zugrundelegung der übrigens vollberechtigten Annahme, dass die am Schlusse jeder **ruhenden** Versuchsreihe gefundenen Werthe für die Diffusionsmenge und die Volumabnahme (Inhaltsdifferenz) das für diese speciellen Versuchsverhältnisse gültige osmotische Aequivalent für Kochsalz und Wasser angeben — wobei freilich von den unseren Zahlenwerthen anhaftenden Fehlern abgesehen werden muss — lässt sich aus der durch die bestimmte Stromgeschwindigkeit hervorgerufenen Steigerung der Diffusionsmenge die jener einfachen Aequivalenz entsprechende Volumabnahme für die strömende Versuchsreihe berechnen. Der Vergleich zwischen den so berechneten und den beobachteten Zahlen, unter Berücksichtigung der den letzteren zuerkannten Fehlergrenzen ($\pm \frac{1}{2}$ CC), ergiebt dann sofort den gewünschten Einblick. Aus Tabelle 5 erhält man auf diese Weise die Werthe

Beobachtet < Berechnet				Beobachtet = Berechnet				Beobachtet > Berechnet			
V.	2	:	2 2/3								
VI.	4	:	5 1/2					VII.	2	:	1 1/4
				VIII.	2	:	2 1/4				
				IX.	4	:	4 1/2				
X.	8	:	9 1/3								
				XI.	4	:	3 3/4				
				XII.	2	:	2 1/2				
XIII.	2	:	2 2/3					XIV.	2	:	1 1/4
d. h. also eine Verminderung				d. h. also ohne Einfluss				d. h. also eine Steigerung			

und somit das Resultat, dass in 4 Fällen eine Verminderung, in 2 Fällen eine Steigerung der Aequivalenz durch die Strömung beobachtet wurde, während in 4 Fällen ein Einfluss derselben überhaupt nicht zu constatiren ist.

Diesem Ergebnisse wird man eine entscheidende Schlussfolgerung zu entnehmen kaum geneigt sein, zumal wenn man sich die mannichfachen von mir absichtlich und überall betonten Schwierigkeiten und Mängel der Ableitung dabei vergegenwärtigt. Ob also die osmotische Aequivalenz, d. h. das den Austausch der beiderseitigen Bestandtheile beherrschende Zahlengesetz durch die strömende Bewegung der Salzlösung beeinflusst werde, muss fraglich bleiben. Jedenfalls ist aber, wenn überhaupt eine Abhängigkeit derselben besteht, eine Verminderung der Aequivalenz durch Strömung viel wahrscheinlicher als eine Steigerung.

Mit dieser zwar bescheidenen, jedoch immerhin interessanten Errungenschaft müssen wir uns begnügen. Unter allen Umständen wollte ich auf deren Mittheilung an dieser Stelle nicht verzichten; denn wo immer von Exosmose gesprochen und an derselben studirt wird, zwingt sich die davon untrennbare Endosmose der Betrachtung mit gleichem Rechte auf, und hätte ich diesen Zwang stillschweigend ignorirt, so würde man diese Lücke in meinen Gesammtuntersuchungen mit Fug getadelt haben.

Die Versuche zur Erklärung der neuen Beobachtungen.

Wenn im vorigen Abschnitte das Thatsächliche der neuen Erscheinungen in hervortretender Zusammenfassung gegeben wurde, so ist dabei auf eine Erklärung derselben nicht eingegangen, vielmehr die Besprechung der hiefür aufzustellenden Möglichkeiten dem folgenden besonderen Abschnitte vorbehalten worden.

Den Gedanken, die geschilderten Versuchsergebnisse auf verborgen wirkende Fehlerquellen oder nicht berücksichtigte, für die Osmose einflussreiche Factoren zurückzuführen, glaube ich auf Grund des ganzen Untersuchungsplanes, der Construction meiner Apparate, der Anordnung meiner Versuche und der kritischen Besprechung ohne Weiteres als unzulässig bezeichnen zu dürfen, da überall gerade mein Hauptbestreben gewesen ist, gegen derartige Trübungen sicher gestellt zu sein.

1. Die Erklärung derselben als Anfangserscheinung.

Anders liegt es dagegen mit einer Deutung, deren verlockenden Character ich keineswegs verkannt habe und welche mich daher auch, um über ihre Zulässigkeit entscheiden zu können, zu neuen experimentellen Untersuchungen und anderen allgemeinen Betrachtungen veranlasst hat. Es wäre nämlich denkbar, dass die in meinen Versuchen nachgewiesene Steigerung der Exosmose durch strömende Bewegung der Salzlösung lediglich eine Anfangserscheinung sei, deren Wirksamkeit nach Herstellung eines stabilen Gleichgewichtszustandes zwischen den beiderseitigen Flüssigkeiten und der

Membran aufhöre. Es lässt sich hiefür eine gewisse Analogie in dem Einflusse finden, welchen z. B. die Imbibition (Quellung) auf die Diffusionsmengen der ersten Stunden ausübt, und zwar scheint eine andere aus einem Blicke auf die relativen Diffusionsmengen der Uebersichtstabellen 1—3 sich ergebende Thatsache diese Analogie zu verstärken. Es zeigt sich dort, dass jene durch Strömung bewirkte Steigerung oft gerade in der ersten Stunde selbst innerhalb derselben Gruppe von Versuchsreihen in ausserordentlich weiten Grenzen sich bewegt, während Dies später nicht mehr der Fall ist (Uebersichtstabelle 4), ja dass in einzelnen Fällen (VII, VIII, XI) zu Anfang eine kaum bemerkbare Steigerung oder sogar statt ihrer eine Verminderung eintritt. Allerdings haben wir es hier mit der gemeinsamen Wirkung der Imbibition und Strömung zu thun und es ist schon früher (S. 29, 49) auf die Bedeutung der ersteren zur Erklärung dieser Abweichungen hingewiesen, aber eben die Unmöglichkeit, die einzelnen Componenten dieser complexen Grösse quantitativ zu bestimmen, lässt immer noch die Frage offen, ob nicht auch die Strömung selbst an diesen speciellen Anfangserscheinungen betheiligt sei. Wenn sie es aber an diesen wäre, dann könnte auch der generelle Einfluss derselben eine solche Anfangserscheinung sein, die sich nur auf etwas längere Zeitdauer nachwirkend erweist, als es bei der Imbibition allein geschieht. Damit würde dann freilich die allgemeine Bedeutung und Tragweite meiner Versuchsergebnisse in erheblichster Weise herabgedrückt werden.

Experimenteller Gegenbeweis.

Zweifellos ist nun schon eine solche Nachwirkung, welche sich noch auf 6 Stunden hin geltend macht, kaum wahrscheinlich, allein ich zog doch vor, auch experimentell durch Verlängerung der Versuchsdauer als durch das entscheidendste Moment ein endgültiges Urtheil über jene Hauptfrage zu gewinnen. Zu dem Ende dehnte ich zwei zusammengehörige Versuchsreihen auf 11 Stunden aus und theile hier deren Resultate mit.

Versuchsreihen XV—XVI

mit 11stündiger Versuchsdauer. Pergamentpapier + Eiweiss.

Schwächste Concentration (ca. 85 %). Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.).

Versuchsreihe XV. Diffusator I. Membran No. 1.

XV a Ruhend Datum 24. Nov. 80. Dauer 9^{40}—8^{40}

Niveau innen } b. Marke 6,5 Inhalt d. Diffus. { Anfang 170 CC. } Mittel
» aussen } { Ende ? » } 170 CC.

Inhalt z. Berechn. 170 CC. Gesammtmenge $M_n = 34\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	6	0,83	—	—	—
1	—	—	a_1 40	1360	100
2	—	—	a_2 60	2080	153
3	—	—	a_3 95	3330	245
4	6	0,84	a_4 130	4615	339
5	—	—	a_5 160	5765	424
6	—	—	a_6 175	6435	474
7	6	0,83	a_7 190	7120	524
8	—	—	a_8 210	7990	588
9	—	—	a_9 240	9220	678
10	—	—	a_{10} 260	10140	746
11	—	—	a_{11} 280	11080	815

NB. Der Inhalt am Ende ist **nicht** bestimmt, war aber etwas kleiner; die Endzahlen für die berechneten Diffusionsmengen sind daher etwas zu gross.

XV c Strömend Datum 26. Nov. 80. Dauer 9^{10}—8^{10}

Niveau innen b. Marke 6,2 Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. } Mittel
Manom. aussen » » 7 { Ende ? » } 165 CC.

Inhalt z. Berechn. 165 CC. Gesammtmenge $M_n = 33\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	145	7	0,86	—	—	—
1	—	—	—	a_1 50	1650	121
2	—	—	—	a_2 90	3020	222
3	—	—	—	a_3 130	4430	326
4	—	—	—	a_4 165	5715	420
5	135	6,5	0,83	a_5 190	6705	493
6	—	—	—	a_6 220	7885	580
7	—	—	—	a_7 250	9095	669
8	140	6	0,85	a_8 285	10500	772
9	—	—	—	a_9 320	11940	878
10	—	—	—	a_{10} 360	13580	999
11	—	—	—	a_{11} 385	14765	1086

NB. Der Inhalt am Ende ist **nicht** bestimmt, war aber etwas kleiner; die Endzahlen für die berechneten Diffusionsmengen sind daher etwas zu gross.

Versuchsreihe XVI. Diffusator II. Membran No. 2.

XVI a Ruhend Datum 26. Nov. 80. Dauer 9^{20}—8^{20}

Niveau innen } b. Marke 6,2 Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. } Mittel
» aussen } { Ende ? » } 165 CC.

Inhalt z. Berechn. 165 CC. Gesammtm. $M_n = 33\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	8	0,86	—	—	—
1	—	—	a_1 35	1155	100
2	—	—	a_2 70	2345	203
3	—	—	a_3 110	3735	323
4	—	—	a_4 150	5165	447
5	—	—	a_5 180	6305	546
6	9,5	0,85	a_6 210	7475	647
7	10	—	a_7 250	9005	780
8	10	0,86	a_8 280	10245	887
9	—	—	a_9 300	11185	968
10	—	—	a_{10} 325	12310	1065
11	—	—	a_{11} 350	13460	1165

NB. Der Inhalt am Ende ist **nicht** bestimmt, war aber etwas kleiner; die Endzahlen für die berechneten Diffusionsmengen sind daher etwas zu gross.

XVI c Strömend Datum 24. Nov. 80. Dauer 9^{30}—8^{30}

Niveau innen b. Marke 6,2 Inhalt d. Diffus. { Anfang 165 CC. } Mittel
Manom. aussen » » 7 { Ende ? » } 165 CC.

Inhalt z. Berechn. 165 CC. Gesammtmenge $M_n = 33\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	140	6	0,85	—	—	—
1	—	—	—	a_1 50	1650	143
2	—	—	—	a_2 90	3020	261
3	—	—	—	a_3 135	4595	398
4	140	5	0,83	a_4 165	5720	495
5	—	—	—	a_5 190	6710	581
6	—	—	—	a_6 210	7560	655
7	130	5	0,82	a_7 240	8760	759
8	—	—	—	a_8 290	10650	923
9	132	6	—	a_9 315	11765	1020
10	—	—	—	a_{10} 350	13235	1146
11	—	—	—	a_{11} 375	14410	1248

NB. Der Inhalt am Ende ist **nicht** bestimmt, war aber etwas kleiner; die Endzahlen für die berechneten Diffusionsmengen sind daher etwas zu gross.

Vergleicht man nun diese Versuchsdaten mit den früheren, so stellt sich ein unverändert gleiches Bild dar. Die relativen Diffusionsmengen wachsen ungestört bis zum Ende der 11. Stunde, so dass also z. B. bei XV in 6 Stunden ruhend das 4,7-, strömend das 5,8-fache, dagegen in 11 Stunden ruhend das 8,1-, strömend aber das 10,9-fache der ersten Stunde ruhend exosmosirte. Ebenso offenbart sich eine Steigerung der Exosmose im Sinne der Uebersichtstabelle 4 für

	XV	XVI
nach 4 Stunden um	24 %	11 %
» 6 » »	23 %	1 %
» 11 » »	33 %	7 %

also im Wesentlichen wiederum in ganz derselben Art und Grösse, wie für die dort aufgeführten Versuchsreihen. Wenn aber Versuchsreihe XVI gewisse Unregelmässigkeiten darbietet, so liegt Dies vor Allem daran, dass die Versuche »ruhend« bei höherer Temperatur als diejenigen »strömend« ausgeführt wurden und dass diese Temperaturdifferenz selbst nicht constant blieb, sondern in den ersten 3 Stunden nur 2°, später aber 4—5° C. betrug. Eine Ausdehnung der Versuchsdauer auf 11 Stunden verändert demnach den Gesammtcharacter der Erscheinung in keiner Weise, sondern bestätigt alle früher gefundenen Gesetze derselben.

Das Gesetz der beobachteten Erscheinungen als Gegenbeweis.

Ist mithin die vermeintliche Erklärung als Anfangserscheinung schon auf diesem empirischen Wege fast ganz in den Hintergrund gedrängt, so können wir dieselbe gegenüber dem weitgehendsten Scepticismus betreffs meiner Versuche doch nur dann endgültig widerlegen, wenn wir zu einer allgemeinen Betrachtung zurückkehren, welche uns in anschaulichster Weise das der Gesammterscheinung zu Grunde liegende Gesetz enthüllt. Die Diffusionsmengen, die ja der Ausdruck des Effectes aller einzelnen Factoren sind, stellen sich sowohl für ruhende als strömende Diffusion in erster Linie als einfache Functionen der Zeit

$$M_t = \varphi(t)$$

dar, vorausgesetzt, dass die äusseren Versuchsverhältnisse, also namentlich auch die Concentrationsdifferenz (s. oben S. 30), von Anfang bis zu Ende die gleichen bleiben. Die Art dieser Function wird aber zweifelsohne am schnellsten mittels der graphischen Methode erkannt werden.

Schon aus diesem Grunde glaube ich hier mit Recht die graphische Darstellung der bisherigen Versuchsergebnisse auf den anliegenden

Curventafeln 1—4

einschalten und zur Discussion stellen zu müssen. Zugleich verknüpft sich damit der weitere nicht zu verachtende Vortheil, Alles in kürzester und anschaulichster Form und doch nur als schlichten Ausdruck der Thatsachen noch einmal recapitulirt zu sehen.

Die Construction der Curventafeln bedarf keiner weiteren Bemerkungen; dieselben werden nach den auf ihnen selbst angebrachten Erläuterungen sofort verständlich.

Nur über zwei Puncte ist eine kurze Auseinandersetzung nöthig. Dass ich die relativen und nicht die absoluten Diffusionsmengen zur Grundlage wählte, ist zunächst mit Rücksicht auf die über letztere mehrfach (S. 36) gemachten Bemerkungen und auf den ganzen Plan meiner Untersuchung geschehen, welcher ja nur von dem Vergleich je zweier zusammengehöriger Versuchsreihen ausgeht. Man wird deshalb auch bei einer Beurtheilung der Tafeln vor Allem das »Paar zusammengehöriger Curven« ins Auge zu fassen haben. Sodann waren noch äusserliche Gründe entscheidend dafür, weil bei den grossen Differenzen in den absoluten Zahlenwerthen, namentlich auch im Hinblick auf die späteren Versuchsreihen XXI—XXIX, die räumliche Ausdehnung der Tafeln unverhältnissmässig gross hätte sein müssen, um die Deutlichkeit und Uebersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen. Zweitens glaubte ich auf die graphische Darstellung einiger Versuchsreihen (IV, V, XV und XVI) verzichten zu dürfen, theils weil sie, wie IV und V, nur zwei Paare Versuchsreihen von gleichen Versuchsbedingungen umfassen, theils weil sie wie XV und XVI, einen zu grossen Raum beansprucht hätten, der um so ungerechtfertigter gewesen, als ja Versuchsreihe XV nur die Fortsetzung von Versuchsreihe I ist, also in den ersten 6 Stunden ganz mit letzterer übereinstimmt. Vorweg aber soll hiebei die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass diese Weglassung in keiner Weise die aus den übrigen Tafeln zu ziehenden Schlussfolgerungen berührt; denn construirt man, wie ich es natürlich gethan, die Curven für die fehlenden Reihen, so ergiebt sich das gleiche Gesammtbild für sie, wie für die andern.

Ueberblickt man nun die genannten Tafeln, so werden unmittelbar die nachstehenden Thatsachen hervortreten.

1. Alle (gestrichelten) Strömungscurven liegen oberhalb der (ausgezogenen) Ruhecurven und zwar in um so grösserem Abstande von letzteren, je grösser die betr. Stromgeschwindigkeit war, d. h. also in voller Bestätigung der früher (S. 47, 51) aus den Zahlentabellen entwickelten Schlussfolgerungen, dass die »strömend« erhaltenen Diffusionsmengen ceteris paribus stets grösser sind als die »ruhend« erhaltenen und zwar mit wachsender Stromgeschwindigkeit um so grösser. Einzelne Ausnahmefälle, welche uns die Tafeln darbieten (z. B. bei VII a b und VIII a c d), sind gerade wegen ihrer nur ganz vorübergehenden Abweichung von allen übrigen Verhältnissen bedeutungslos und überhaupt schon früher nach dieser Richtung erläutert.

2. Die denselben Versuchsbedingungen entsprechenden (auf derselben Tafel verzeichneten) Curvenpaare fallen nie ganz zusammen und zeigen auch einen verschiedenen Abstand der zugehörigen Curven. Dies ist der unmittelbare Ausdruck für den Einfluss der specifischen Natur der Membran.

3. Die zu einem Paar gehörigen Curven zeigen, zumal für die grösseren Geschwindigkeiten und für die späteren Versuchszeiten, eine stetige Divergenz. Meist ist diese Divergenz sehr erheblich, in einzelnen Fällen (VII a b, VIII a c d, XI a c) nur gering, so dass die Curven fast parallel laufen. Es beweist diese Thatsache, dass die Steigerung der Membran-Exosmose durch Strömung mit wachsender Zeit bald zunimmt, bald constant ist (S. 52), niemals aber geringer wird. Freilich darf man sich bei dieser Folgerung aus den Tafeln nicht durch zwei

Momente irre machen lassen. Das eine ist der nicht stetige, sondern mehr oder minder gebrochene Verlauf jeder einzelnen Curve, welcher sowohl auf den Einfluss der Beobachtungsfehler, als auch darauf zurückgeführt werden kann, dass die Osmose überhaupt keinen stetigen Verlauf nimmt. Man wird sich also erst für jede einzelne Curve das allgemeine Bild zu vergegenwärtigen haben. Das zweite störende Moment ist die in den ersten Versuchsstunden zur Geltung kommende Wirkung der Imbibition (S. 29, 49, 61). Ist letztere unter sonst gleichen Verhältnissen gering, so wird die Diffusionsmenge selbst relativ gross gegenüber einem anderen Versuche werden, wo das Gegentheil Statt hat. Es wird sich dies durch eine Schwellung der dem ersteren Fall entsprechenden Curve zu Anfang offenbaren, welche alsdann eine vorübergehende Convergenz gegen die zweite Curve zur Folge hat. Erst nach dem geschehenen Ausgleich wird dann die endgültige Divergenz zur Erkennung gelangen. Beispiele hierfür bieten u. A. die Versuchsreihen II a c, VI a c, IX a c.

Dass aber die allgemeine Tendenz der Curven eine divergirende, von der Zeit unabhängige sei und somit auch die Annahme einer blossen »Anfangserscheinung« für unsere Beobachtungen zurückgewiesen werden müsse, dürfte durch die Tafeln zweifellos erhärtet sein. Und doch veranschaulichen sie nur einen Theil aller der Versuche, die ich wirklich und mit stets gleichen Ergebnissen ausgeführt habe!

Je sicherer begründet für mich alle diese, aus den Zahlentabellen und den Curven in Uebereinstimmung gewonnenen, neuen Thatsachen sind, um so schwieriger ist es, der Verlockung zu widerstehen, dieselben einer weitgehenden mathematischen Discussion zu unterziehen, und namentlich die Art der Function $M_t = \varphi(t)$ für ruhende und strömende Diffusion unter den obwaltenden Versuchsbedingungen festzustellen. Ohne mich auf derartige, meine Kräfte übersteigende, Erörterungen tiefer einlassen zu wollen, glaube ich doch auf empirischem Wege die Lösung mit hinreichender Sicherheit geben zu können. Von allen Complicationen im Einzelnen abgesehen, wird doch der Gesammteindruck der Curventafeln dahin führen, dass der allgemeine Charakter der Curven sowohl für ruhende als für strömende Diffusion übereinstimmt und zwar entweder einer Parabel oder Hyperbel entspricht. Es wird sich alsdann um eine numerische Berechnung der Curven auf dieser Grundlage handeln und aus deren Ergebniss auch der genauere Entscheid gewinnen lassen. Ich habe diese Arbeit für alle meine Versuche ausgeführt und dadurch die Ueberzeugung gewonnen, dass für die weit überwiegende Mehrzahl derselben mit fast überraschender Reinheit die Strömungs- wie die Ruhe-Curven als Hyperbeln sich ergeben, dass also die Function zwischen Diffusionsmenge und Zeit, die Erhaltung der Concentrationsdifferenz bis zu einem gewissen Grade (S. 30) vorausgesetzt, diejenige der Scheitelgleichung der Hyperbel, also

$$M_t^2 = \alpha t + \beta t^2$$

sei.

Der empirische Beweis für die Richtigkeit dieser Ueberzeugung liegt in der nahen Uebereinstimmung der nach dieser Formel für die verschiedenen t berechneten Werthe für M mit den gefundenen, nachdem aus zwei Bestimmungen die Grössen für α und

β abgeleitet, d. h. die empirischen Gleichungen gewonnen waren. Man hat ja einfach die Bedingungsgleichungen

$$M^2 = \alpha T + \beta T^2$$
$$m^2 = \alpha t + \beta t^2$$

aus denen sich, wenn man $T - t = \varDelta t$, $T^2 - t^2 = \varDelta t^2$ und $M^2 - m^2 = \varDelta m^2$ bezeichnet,

$$\alpha = \frac{t^2 \varDelta m^2 - m^2 \varDelta t^2}{t^2 \varDelta t - t \varDelta t^2}$$
$$\beta = \frac{m^2 \varDelta t - t \varDelta m^2}{t^2 \varDelta t - t \varDelta t^2}$$

finden. Nun habe ich, um einerseits dem Einfluss der Imbibition thunlichst zu entgehen, andererseits den schliesslichen Verlauf der Curven zur Geltung zu bringen, stets die Diffusionsmengen für die 3. und 6. Stunde gewählt und aus diesen Elementen α und β berechnet. Von den Resultaten theile ich hier nur einige mit, da dieselben zur Erbringung jenes Beweises vollauf genügen, und zwar greife ich die Versuchsreihen I (XV), VII, X, XIII heraus. Die numerischen Gleichungen für dieselben sind:

Ia (XVa)	$M^2 = 2571\,t + 5812\,t^2$
Ic (XVc)	$M^2 = 14784\,t + 6880\,t^2$
VIIa	$M^2 = 4573\,t + 5531\,t^2$
VIIc	$M^2 = 979\,t + 9343\,t^2$
Xa	$M^2 = 11318\,t + 1654\,t^2$
Xc	$M^2 = 6930\,t + 5086\,t^2$
XIIIa	$M^2 = 1280\,t + 8037\,t^2$
XIIIc	$M^2 = 5647\,t + 13660\,t^2$

Aus ihnen ergiebt sich dann nachstehende

Uebersichtstabelle 6.

Vergleich der beobachteten und der nach d. F. $M^2 = \alpha t + \beta t^2$ berechneten Relativen Diffusionsmengen für Vers.-R. I (XV), VII, X, XIII.

	Ia (XVa)		Ic (XVc)		VIIa		VIIc		Xa		Xc		XIIIa		XIIIc	
	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.	Gef.	Ber.
M_1	100	91	121	147	100	100	120	102	100	114	112	110	100	96	132	139
M_2	153	168	222	239	186	177	216	198	178	171	191	185	161	186	256	257
M_3	245	(245)	326	(326)	252	(252)	295	(295)	221	(221)	258	(258)	276	(276)	374	(374)
M_4	339	321	420	411	324	327	391	392	277	268	340	330	368	366	495	491
M_5	424	398	493	496	405	401	491	488	323	313	400	402	460	455	609	608
M_6	474	(474)	580	(580)	(476)	(476)	585	(585)	357	(357)	474	(474)	(545)	(545)	725	(725)
M_7	524	550	669	664												
M_8	588	626	772	747												
M_9	678	703	878	831												
M_{10}	746	779	999	914												
M_{11}	815	855	1086	998												

Vergegenwärtigt man sich abermals alle die ofterwähnten unvermeidlichen Fehlerquellen und störenden Einflüsse, welche bei Versuchen unserer Art stets zur Geltung kommen werden, so muss man die Uebereinstimmung der gefundenen und berechneten Werthe der Diffusionsmengen und damit auch die Gültigkeit der hyperbolischen Function für den Verlauf dieser osmotischen Processe meines Erachtens rückhaltlos anerkennen. Als ganz besonders beweiskräftig möchte ich dabei auf die Versuchsreihen XVa und c hingewiesen haben, wo die lediglich aus den zwei Beobachtungen für die 3. und 6. Stunde berechneten Coëfficienten α und β sich auch für die weiteren 5 Stunden der 11stündigen Versuche als zutreffend erweisen.

Stimmt man nun dieser vorstehenden Entwickelung bei, dann wird man endlich auch zu einem exacteren Beweise dafür gelangen, dass die in meinen Versuchen durch Strömung bewirkte Zunahme der Exosmose eine blosse Anfangserscheinung gar nicht sein kann, d. h. graphisch ausgedrückt, dass die Strömungs-Curve (M_c) niemals mit der Ruhe-Curve (M_a) zusammenfallen wird. Aus den beiden Bedingungsgleichungen

$$M_a^2 = \alpha t + \beta t^2 \text{ und}$$
$$M_c^2 = \alpha_1 t + \beta_1 t^2$$

folgt nämlich, dass von einem Anfangspunkte ausgehend, für alle folgenden t

$$M_c > M_a \text{ sein muss,}$$
$$\text{wenn } \beta_1 \text{ positiv und } > \beta$$
$$\text{und } \alpha_1 > \alpha - (\beta_1 - \beta)t$$

ist. Diese Bedingungen zeigen sich aber in allen meinen Versuchen der Berechnung gemäss erfüllt und zur Illustration stelle ich für die obigen acht Versuchsreihen diese Zahlenwerthe hier zusammen:

	β_1 >	β	für t	α_1 >	$\alpha - (\beta_1 - \beta)t$
. Iac (XVac)	6880	5812	1	14784	1503
VIIac	9343	5531	1	979	761
Xac	5086	1654	1	6930	7886
			2	6930	4450
XIIIac	13660	8037	1	5647	— 4343

Bei Versuchsreihe X ist der Bedingung $\alpha_1 > \alpha - (\beta_1 - \beta)t$ erst in der zweiten Stunde, von da an aber natürlich für alle späteren Stunden genügt.

2. Der Einfluss von Druckveränderungen auf die Zunahme der Membran-Exosmose durch Strömung.

Nachdem der Gedanke, die Reihe der neuen Thatsachen auf eine blosse Störung des osmotischen Vorganges, und zwar als Anfangs-Erscheinung, zurückzuführen, sich durch die vorigen Versuche und Erörterungen als hinfällig erwiesen hatte, musste sich eine andere Vermuthung zu deren Erklärung in den Vordergrund drängen. Da die Diffusionsmengen mit zunehmendem Drucke wachsen, so würde die Frage auftauchen können,

ob etwa die strömende Bewegung an der Membran eine Druckerhöhung wachrufe und somit die erwiesene Steigerung der Exosmose auf einer solchen Ursache beruhe. Freilich widerspräche Dies — wie wir uns aus der Einleitung erinnern — der sonst allgemein berechtigten Ansicht, dass ceteris paribus eine strömende Flüssigkeit einen geringeren Seitendruck ausübt als eine unter demselben statischen Druck stehende ruhende, freilich wäre für mich die Vorstellung, wie dadurch eine Druckerhöhung an der Membran bewirkt werden sollte, in völliges Dunkel gehüllt, — allein bei den vielen Seltsamkeiten, mit denen die osmotischen Erscheinungen sich umgeben, würde dennoch jene Frage nicht a limine abgewiesen werden, sondern eine ernstere Prüfung verlangen dürfen. Eine solche habe ich versucht, indem ich von der Idee ausging, dass, falls ein an der Membran erregter Druck das eigentlich wirksame Moment sei, diese Wirkung sich durch Erhöhung des Druckes in gleichem Sinne (Innerer Ueberdruck) noch steigern, dagegen durch einen auf der andern Seite der Membran hervorgerufenen Gegendruck (Aeusserer Ueberdruck) sich vermindern müsse. Auch war zu erwarten, dass schon relativ kleine Druckänderungen sich in dieser Richtung bemerkbar machen würden, und habe ich mich deshalb bei den entsprechenden Untersuchungen mit einem jedesmaligen Ueberdruck von 1,5 Ctm. begnügt. Allerdings war andererseits gerade bei ihnen doppeltes Gewicht auf eine weitestgehende Gleichheit der Versuchsbedingungen zu legen, um alle sonstigen Nebeneinflüsse thunlichst auszuschliessen, und sind deshalb die betr. Versuchsreihen XVII und XIX mit derselben Membran No. 6 von Pergamentpapier + Eiweiss wie Versuchsreihe V (Gleicher Druck) und die Versuchsreihen XVIII und XX mit derselben Schweinsblasen-Membran No. 3 wie Versuchsreihe XI (Gleicher Druck) und zwar in möglichst kurzer Zeitfolge nach einander ausgeführt worden. Da nun diese neuen Versuche ganz widersprechende und zum Theil in sich selbst widersinnige Ergebnisse geliefert haben, so verzichte ich auf die ausführliche Mittheilung der einzelnen Versuchstabellen und beschränke mich auf die Zusammenstellung der aus den Beobachtungsdaten in bekannter Weise berechneten relativen Diffusionsmengen in der

Uebersichtstabelle 7 (Siehe nebenstehend),

indem ich der nöthigen Vergleichung halber auch die Versuchsreihen V und XI mit in dieselbe aufgenommen habe.

Uebersichtstabelle 7.

Der Einfluss eines inneren oder äusseren Ueberdruckes von 1,5 Ctm. auf die Relativen Diffusions-Mengen bei der ruhenden und strömenden Membran-Exosmose unter gleichen Verhältnissen (dieselbe Membran-Nummer, Concentration = 1,30 % und Stromgeschwindigkeit = 8 Ctm.)

	Pergamentpapier + Eiweiss, Membran No. 6.						Schweinsblase, Membran No. 3.					
	Gleicher Druck		Innerer Ueberdruck		Aeusserer Ueberdruck		Gleicher Druck		Innerer Ueberdruck		Aeusserer Ueberdruck	
Versuchs-Reihe	Va.	Vc.	XVIIa.	XVIIc.	XIXa.	XIXc.	XIa.	XIc.	XVIIIa.	XVIIIc.	XXa.	XXc.
Datum	7. April 1881	6. April 1881	13 April 1881	12. April 1881	9. April 1881	8. April 1881	12. April 1881	11 April 1881	20. April 1881	19. April 1881	14. April 1881	13. April 1881
Temperatur	8	7-8	9	8	8½	7	8½-9	7-8	10-11	11	9	8-9
Concentration	1,16-18	1,15-18	1,28-30	1,28-30	1,19-20	1,20-30	1,23-25	1,25-30	1,27-29	1,28 30	1,30-32	1,30-35
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.
Std. 1	100	120	100	110	100	120	100	99,5	100	119	100	93
» 2	183	224	154	184	203	223	178	215	150	281	178	176
» 3	290	330	220	261	295	350	258	321	194	360	260	273
» 4	377	440	308	331	380	479	328	404	270	472	320	360
» 5	448	551	369	402	467	590	351	465	359	557	387	435
» 6	541	730	422	477	544	725	460	565	427	635	443	539
Inhalts-Differenz in CC.	— 2	— 2	— 2	— 2	— 4	— 6	— 3	— 4	— 2	— 3	— 4	— 4
Steigerung nach 6 Stund.	—	35 %	—	13 %	—	33 %	—	23 %	—	49 %	—	22 %

Wie man nun aus derselben ersieht, ist allerdings unserer Voraussetzung entsprechend in Versuchsreihe XVIII durch inneren Ueberdruck eine nicht unerhebliche Steigerung der Membran-Exosmose »strömend« im Vergleiche zu derjenigen bei gleichem Drucke in Versuchsreihe XI hervorgerufen; für 6stündige Versuchsdauer beträgt sie dort 49 %, hier nur 23 % der »ruhend« erhaltenen Diffusionsmengen. Dagegen zeigt sich aber in den entsprechenden Versuchsreihen XVII und V bei dem Pergamentpapier das gerade Gegentheil; die Versuchsreihe XVII mit innerem Ueberdruck offenbart eine Steigerung von 13 %, während die Versuchsreihe V mit gleichem Druck eine solche von 35 % hat. Die bei äusserem Ueberdruck gewonnenen Versuchsreihen XIX und XX zeigen zwar in Uebereinstimmung unter einander und im Einklange mit unserer Voraussetzung eine geringere Steigerung der Exosmose als bei den Ver-

suchsreihen V und XI mit gleichem Druck (33 % und 22 % gegen 35 % und 23 %), und würden also einen hemmenden Einfluss dieses Ueberdruckes bekunden; allein der Unterschied ist so gering, dass man Bedenken trägt, ihn auf diese Ursache und nicht auf Beobachtungsfehler zurückzuführen, um so mehr als andererseits die kräftige Wirkung des Ueberdruckes sich deutlich in dem merklich erhöhten Wasserverlust des Diffusators (»Inhaltsdifferenz«) erkennen lässt. In derartigen Zweifeln wird man noch durch andere Thatsachen bestärkt. Hält man sich z. B. an die absoluten Diffusionsmengen der Versuchsreihen XVII—XX, so zeigen dieselben gerade auch für die einfache »ruhende« Diffusion allerlei Abnormitäten. Denn hier müsste den gewöhnlichen Gesetzen gemäss dem inneren Ueberdruck (XVIIa, XVIIIa) stets eine Zunahme, dem äusseren Ueberdrucke (XIXa, XXa) stets eine Abnahme der Exosmose gegenüber der »ruhenden« Versuchsreihe bei gleichem Drucke (Va und XIa) entsprechen. Allein nur Versuchsreihe XVIIa verläuft thatsächlich gesetzmässig, insofern ihre Zahlen durchweg grösser sind als bei Va, während die Zahlen bei XVIIIa sämmtlich kleiner sind als bei XIa, und diejenigen von XIXa und XXa ausnahmslos grösser sind als bei Va und XIa. Daran ändert der Umstand nichts, dass diese Differenzen meist nur gering erscheinen, da sie ja in entgegengesetztem Sinne auftreten müssten, also widersinnig sind.

Eine sachgemässe Kritik der Versuchsreihen XVII—XX muss dieselben demnach als nicht beweiskräftig für den beabsichtigten Zweck erklären. Ein Einfluss von Druckveränderungen auf die »strömende« Membran-Exosmose kann deshalb weder behauptet noch bestritten werden. Man wird sich aber von den vorigen Erörterungen nicht abwenden mögen, ohne die Frage beantwortet zu sehen, wie es komme, dass eine Reihe mit so besonderer Sorgfalt angestellter Versuche dennoch zu so unverwerthbaren und in sich widerspruchsvollen Ergebnissen führe. Denn ohne eine solche Beantwortung würde leicht ein Misstrauen auch gegen die anderen Versuchsreihen bestehen bleiben. Nach meiner auf zahlreichen Erfahrungen beruhenden Ueberzeugung findet jene Frage ihre schnelle und zutreffende Erledigung in dem einfachen Umstande, dass unsere von uns als nothwendig anerkannte Voraussetzung, stets mit einer und derselben Membran gearbeitet zu haben, in Wahrheit gar nicht zutrifft. Die Arbeiten jeder Gruppe von Versuchsreihen haben sich über einen Zeitraum von 7—9 Tagen vertheilen, die betreffenden »gleichen« Membranen haben jede eine 6malige Anwendung und darunter dreimal »strömend« erfahren und ebenso oft eine 18stündige Auslaugung mit Wasser aushalten müssen, so dass es wahrlich nicht überraschen kann, wenn dabei die Membranen eine Aenderung erlitten, deren Nachwirkung bedeutungsvoller war als die bei den Versuchen herrschende Druckdifferenz von 3 Ctm. im Ganzen.

Vielleicht also würde bei einer Wiederholung dieser Versuche unter stärkerer Druckdifferenz ein sicheres Resultat zu erzielen sein; — zu einer solchen hat es mir aber leider an Zeit gefehlt. Vielleicht aber würde es sich auch um die Aufgabe handeln, denselben Untersuchungsplan nach einer ganz anderen Methode durchzuführen, welche derartige Störungen durch die Veränderung der Membranen ausschlösse. In dieser Richtung habe ich mannichfache Versuche angestellt, allein es ist mir nicht ge-

lungen, einen solchen neuen Versuchsweg zu entdecken, bei dem nicht andersartige Fehlerquellen in noch viel stärkerem Grade zur Geltung kämen. Deshalb habe ich bisher ganz darauf verzichten müssen, die in der Ueberschrift dieses Abschnittes aufgeworfene Frage zur Entscheidung zu bringen.

Diesem Geständnisse muss ich sofort und zum Abschlusse dieses ganzen Capitels noch ein weiteres anreihen: dass es mir bis jetzt überhaupt nicht hat gelingen wollen, für die auf den vorstehenden Blättern geschilderten neuen Thatsachen irgend eine Erklärung als Ursache ausfindig zu machen, geschweige denn experimentell zu prüfen. Die Steigerung der Membran-Exosmose durch Strömung, so objectiv sichergestellt sie Jedem erscheinen wird, ist und bleibt für mich in ihrer Ursache bis jetzt unerklärbar. Es ist dies ein unerfreulicher Gedanke für den Forscher. Aber es gewährt ihm der Umstand einen gelinden Trost, dass die Diffusion und Osmose überhaupt so viele Räthsel als Erscheinungen darbieten und dass an deren Lösung sich noch ganz andere Männer vergeblich abgemüht haben. Einstweilen müssen wir zufrieden sein, in der Strömung einen neuen Factor kennen gelernt zu haben, welcher für die Osmose von grösster Bedeutung ist und in Zukunft nicht mehr ausser Acht gelassen werden darf, will man die Hoffnung aufrecht erhalten, dereinst zu einer wirklichen »Theorie« dieser Gesammt-Erscheinungen zu gelangen.

C. Die Exosmose ruhender und strömender Kochsalz-Lösungen gegen destillirtes Wasser durch phaneroporöse Diaphragmen (poröse Platten).

Nachdem der Ausfall der an Membranen ausgeführten Versuche ein allen ursprünglichen Erwartungen ganz entgegengesetztes Resultat geliefert und damit sogar die Zuverlässigkeit der ersten an Gypsröhren angestellten Beobachtungen (S. 11) erschüttert hatte, musste es unumgänglich nöthig und zugleich von erhöhtem Interesse erscheinen, nunmehr statt der Membranen beliebige poröse feste Körper in Platten an ganz demselben Apparate und nach dem ganz gleichen Verfahren der Prüfung zu unterziehen. Hiervon sollen die folgenden Blätter berichten und es ist demnach, weil vollkommen ebenso gearbeitet wurde wie früher, hinsichtlich der Apparate und Methoden kein weiterer Zusatz zu machen. Nur über einen sehr wichtigen Punct muss eine allgemeine Bemerkung vorangeschickt werden, zumal er anfangs unübersteigbare Hindernisse darzubieten drohte; derselbe betrifft die Wahl der festen Körpersubstanz. Handelt es sich um ganz grobporöse Massen, so findet man in Bimstein und sehr locker gebranntem unreinem Ziegelstein leicht geeignete Diaphragmenstücke, unter denen ich dem Bimstein wegen seiner gleichmässiger vertheilten Porosität den Vorzug gegeben habe. Will man aber mit feinporösen Platten arbeiten, dann beginnen die Schwierigkeiten aller Art. Ich habe in zahlreichen Vorversuchen mit Platten von Gyps, ausgesucht dichtem, homogenem Ziegelstein, Portland-Cement und gebranntem Thon von den für galvanische Batterien üblichen Thonzellen gearbeitet, allein alle für meine Zwecke gleich unbrauchbar gefunden. Man muss ihre Dicke hinreichend nehmen, damit ihre Festigkeit an sich und besonders bei den strömenden Versuchen nicht leidet, da bei letzteren z. B. die Gyps- und Cement-Platten ziemlich stark abgewaschen werden. Alsdann aber sind die durchdiffundirenden Mengen so gering, dass man die Versuchsreihen auf eine ausserordentlich lange Zeit ausdehnen muss, will man genügend grosse Zahlenwerthe erhalten, welche nicht innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Dies ist aber für die strömenden Versuche wegen der Gesammtheit der Versuchsbedingungen und des kolossalen Aufwandes an Kochsalz gar nicht

durchführbar; wir sind und bleiben hiefür im Allgemeinen auf eine 6stündige Versuchsdauer beschränkt. Macht man die Platten dagegen sehr dünn, so fallen Gyps und Cement wegen der erwähnten Corrosion ausser Betracht; bei Ziegelstein und dem gebrannten Thon der Thonzellen aber geräth man dann in den üblen Einfluss der »zufälligen« Porosität, d. h. man hat dann Platten, die stellenweis grobe Poren enthalten, also nicht mehr für das beabsichtigte Studium zulässig sind. Ich theile hier als ganz lehrreich folgende Beispiele mit.

Es gaben bei ruhender Diffusion

Diaphragmen	Durchmesser	Dicke	bei Concentration der NaCl-Lösg. von	nach Stunden	in den 5 CC entnommener Probe Ctmilligrm. NaCl.
1. Gyps (feinster)	4,7 Ctm.	0,9 Ctm.	0,85 %	5 »	10 »
2. Ziegelstein	4,5 »	0,4 »	2,3 %	8 »	10 »
				32 »	20 »
				60 »	60 »
				94 »	120 »
3. Cement	4,75 »	0,6 »	1,3 %	6 »	20 »
				18 »	35 »
				30 »	40 »
4. Gebrannt. Thon von Thonzellen	4,5 »	0,4 »	1,2 %	6 »	10
				18 »	30 »
				30 »	50 »
				50 »	140 »

Wenn aber die Diffusion eine so geringe ist, dass in der am Ende der 6. Stunde genommenen Probe höchstens 20 Ctmilligrm. enthalten sind, demnach die Gesammtmenge des in unseren Diffusatoren nach 6 Stunden exosmosirten Kochsalzes im Maximum etwa 600 Ctmilligrm. oder 6 Milligrm. beträgt, so wird, wie Jeder zugeben muss, von einer Verwerthung dieser Zahlen zu Schlussfolgerungen nicht mehr die Rede sein können.[1])

Nach den verschiedensten sonst vergeblichen Bemühungen, andere besser fungirende Materialien aufzutreiben, bin ich endlich nur durch die liebenswürdige Hülfe meines verehrten Freundes, Herrn *Engelbert Peiffer*, Directors der Hanseatischen Baugesellschaft in Hamburg, in den Besitz von Platten gelangt, welche eben so sehr dem

[1]) Wem diese relative Impermeabilität z. B. der Thonplatten auffällig erscheint, weil dieselben doch gerade in der Combination des galvanischen Elementes die Permeabilität für den galvanischen Strom ermöglichen, den will ich auf die neueren Versuche von *A. Christiani* (Verh. physik. Ges. Berl. 1882, No. 1, p. 10) verwiesen haben, welcher an seinem »Poroskop« derartigen Thon auch für Luft ganz undurchgängig fand.

Charakter gleichmässiger feinporöser Substanz entsprechen, wie sie eine genügende Durchlässigkeit besitzen. Aus dem feinsten Thon bereitet und in der sorgfältigsten Weise gebrannt, repräsentiren sie etwa den Zustand der bekannten Alcarrazas, und lassen mit Wasser befeuchtet dieses sehr bald durchschlagen, ohne eine directe Filtration zu offenbaren. Ein schöneres Material als dieses ist für unsere Untersuchungen kaum zu wünschen und eben deshalb habe ich mich betreffs der feinporösen Platten gerade so auf dessen Anwendung beschränkt, wie bezüglich der grobporösen auf diejenige des Bimstein's.

Versuche mit porösen Thon-Platten.

Es kamen zweierlei Platten in Gebrauch:

Dünne im Diffusator III von 0,1—0,15 Ctm. Dicke und 4,5 Ctm. Durchmesser,
Dicke im Diffusator IV von 0,2—0,22 » » » 3,7 » do.

wobei sich aber ebenfalls schon bald herausstellte, dass erstere bei der mittleren Concentration (1,3 %), letztere sogar bei der stärksten Concentration (2,5 %) nur so geringe Diffusionsmengen lieferten, dass eine Ausdehnung der Versuchsreihen auf die verschiedenen Concentrationen und Stromgeschwindigkeiten unangebracht war. Daher erstrecken sich meine Untersuchungen hauptsächlich auf die dünne Thon-Platte bei der stärksten Concentration.

Versuchsreihe XXI.

Dünne Thon-Platte. Mittlere Concentration (ca. 1,3 %). Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.)

Versuchsreihe XXI. Diffusator III. Dünne Thonplatte.

XXI a Ruhend Datum 29. Sept. 81. Dauer 9^{30} — 3^{30}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 166 « } Mittel 167 CC

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}4\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit		Menge exosmosirtes NaCl		
	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	1,35	—	—	—
1	14,5	—	a_1 10	334	100
2	—	—	a_2 20	678	203
3	—	—	a_3 25	865	260
4	14,5	1,35	a_4 35	1224	367
5	—	—	a_5 50	1760	527
6	15	1,35	a_6 70	2478	742

XXI c Strömend Datum 28. Sept. 81. Dauer 9^{30} — 3^{30}

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 166 « } Mittel 167 CC.

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit			Menge exosmosirtes NaCl		
	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	—	—	—	—	—
1	137	14	1,34	a_1 10	334	100
2	—	—	—	a_2 15	511	153
3	—	—	—	a_3 15	526	160
4	—	—	1,30	a_4 20	708	212
5	138	13	—	a_5 25	895	269
6	—	—	1,34	a_6 30	1087	325

Versuchsreihen XXII—XXIV.

Dünne Thonplatte. Stärkste Concentration (ca. 2,5 %). Alle drei Geschwindigkeiten (ca. 4, 8, 10 Ctm.)

Versuchsreihe XXII. Diffusator III. Dünne Thonplatte.

XXII a Ruhend Datum 1. Oct. 81. Dauer 9^{30} — 3^{30}

Niveau innen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 167 « } Mittel 167,5 CC.
« aussen

Inhalt z. Berechn. 167,5 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}5\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.		nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	—		—	—	—
1	15	2,70	a_1	15	502	100
2	—	—	a_2	40	1355	270
3	—	—	a_3	70	2400	478
4	15	2,70	a_4	100	3475	692
5	—	—	a_5	140	4915	979
6	15	2,70	a_6	175	6227	1240

XXII c Strömend Datum 30. Sept. 81. Dauer 9^{50} — 3^{50}

Niveau innen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 166 « } Mittel 167 CC.
Manom. aussen 9 «

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.		nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	142	14	2,65		—	—	—
1	—	—	—	a_1	15	501	100
2	—	—	—	a_2	20	683	136
3	142	14	2,70	a_3	30	1037	206
4	—	—	—	a_4	40	1401	279
5	143	14	2,70	a_5	55	1942	387
6	—	—	—	a_6	70	2498	498

Versuchsreihe XXIII. Diffusator III. Dünne Thonplatte.

XXIII a Ruhend Datum 30. Oct. 81. Dauer 9^{20} — 3^{20}

Niveau innen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 168 « } Mittel 168 CC.
« aussen

Inhalt z. Berechn. 168 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}6\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.		M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	10	2,55		—	—	—
1	—	—	a_1	15	504	100
2	10	—	a_2	30	1038	206
3	—	—	a_3	65	2229	442
4	—	2,60	a_4	90	3134	622
5	—	—	a_5	125	4400	873
6	—	—	a_6	150	5365	1064

XXIII b Strömend Datum 29. Oct. 81. Dauer 10^{40} — 4^{40}

Niveau innen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 166 « } Mittel 167 CC.
Manom. aussen 9 «

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.		M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	70	10	2,40		—	—	—
1	—	—	—	a_1	10	334	66
2	70	9	2,50	a_2	30	1012	201
3	—	—	—	a_3	40	1376	273
4	70	8	2,50	a_4	50	1750	347
5	—	—	—	a_5	55	1967	390
6	—	—	—	a_6	75	2690	534

XXIII c Strömend Datum 10. Nov. 81. Dauer 11^{50} — 5^{50}

Niveau innen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 166 « } Mittel 167 CC.
Manom. aussen 9 «

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.		M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	140	9	2,60		—	—	—
1	—	—	—	a_1	10	334	66
2	—	8	2,55	a_2	20	678	135
3	142	—	—	a_3	30	1032	205
4	—	7	2,50	a_4	35	1227	243
5	142	7	—	a_5	50	1765	350
6	—	—	—	a_6	55	1982	393

Versuchsreihe XXIV. Diffusator III. Dünne Thonplatte.

XXIV a **Ruhend** Datum 4. Oct. 81. Dauer $9^{50}-3^{50}$

Niveau innen « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 167 « } Mittel 167,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 167,5 CC. Gesammtm. $M_n = 33,5\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	Menge exosmosirtes NaCl nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	14	2,60	—	—	—
1	—	—	a_1 15	502	100
2	—	—	a_2 40	1355	270
3	14	2,60	a_3 65	2232	445
4	—	—	a_4 105	3637	724
5	14	2,60	a_5 135	4747	946
6	—	—	a_6 165	5887	1173

XXIV c **Strömend** Datum 3. Oct. 81. Dauer $9^{30}-3^{30}$

Niveau innen 8,5 Ctm. Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 166 « } Mittel 167 CC.

Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33,4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	Menge exosmosirtes NaCl nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde. ruhend = 100
0	—	14	—	—	—	—
1	144	—	2,40	a_1 10	334	67
2	—	—	—	a_2 20	678	135
3	—	—	—	a_3 30	1032	206
4	142	14	2,50	a_4 40	1396	278
5	—	—	—	a_5 50	1770	353
6	143	14	2,56	a_6 65	2321	462

XXIV d **Strömend** Datum 5. Oct. 81. Dauer $1^{50}-7^{50}$

Niveau innen 8,5 Ctm. Manom. aussen 9,5 « Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 165 « } Mittel 166,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 166,5 CC. Gesammtmenge $M_n = 33,3\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde. ruhend = 100
0	175	13	2,75	—	—	—
1	—	—	—	a_1 10	333	67
2	—	—	2,75	a_2 15	509	101
3	177	12	—	a_3 20	691	138
4	—	—	—	a_4 20	711	142
5	175	12	—	a_5 30	1064	212
6	—	—	—	a_6 35	1260	251

Diese Versuchsreihen geben zu einer nicht uninteressanten Zwischenbetrachtung Anlass. Ueberall pflegt man die Zuverlässigkeit der Versuchsdaten durch Wiederholung der Versuche unter gleichen Verhältnissen zu beweisen, ja einen solchen Beweis geradezu zu verlangen. So begründet dieses Verlangen zweifellos ist, ebensowenig kann man dasselbe bei Untersuchungen unserer Art aufrecht erhalten, so lange nicht die Unveränderlichkeit des Diaphragma feststeht, und weil eben hierauf bei Membranen von Vorneherein ganz verzichtet werden musste, so konnte jener Beweis nur ganz annähernd beigebracht werden. Die jetzt benutzte Thon-Platte dagegen dürfte als eine absolut gleich bleibende angesehen werden und es müssten deshalb die im Ruhezustand und bei den entsprechend gleichen Geschwindigkeiten ausgeführten Versuchsreihen XXII a c, XXIII a c und XXIV a c vorzüglich zu einer derartigen Beweisführung geeignet erscheinen. Nun stimmen die in den zugehörigen Columnen verzeichneten Zahlen zwar annähernd, aber noch nicht ganz überein; die von XXII a c sind grösser als die der beiden andern, die von XXIV a c stehen in der Mitte und die von XXIII a c sind die kleinsten. Allein die Versuchsverhältnisse sind auch in der That nicht ganz die gleichen; denn bei XXII ist Temperatur und Concentration am grössesten, bei XXIV ist die Temperatur zwar gleich,

allein die Concentration um 0,1—0,3 % kleiner, und bei XXIII sowohl Temperatur als Concentration am kleinsten. Und da nun ceteris paribus die Diffusionsmengen mit der Temperatur und Concentration steigen oder fallen, so ist jene übrigens geringe Differenz der drei Versuchsreihen eine völlig naturgemässe und in sich begründete. Dieser Erwägung gemäss bringen also jene drei Versuchsreihen allerdings den Beweis, dass die Apparate und Arbeitsmethoden, wie ich sie benutzte, zu völlig gleichen Resultaten führen, mithin durchaus zuverlässige sind, sobald nur die Versuchsverhältnisse die absolut gleichen bleiben, was in praxi vollkommen zu erreichen unmöglich ist.

Versuchsreihe XXV.

Dicke Thonplatte. Stärkste Concentration. Mittlere Geschwindigkeit (ca. 8 Ctm.)

Versuchsreihe XXV. Diffusator IV. Dicke Thonplatte.

XXV a **Ruhend** Datum 30. Sept. 81. Dauer 10^{10}—4^{10}

Niveau innen / « aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 163 « } Mittel 163,5 CC.

Inh. z. Berechn. 163,5 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,7\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	14	2,60	—	—	—
1	—	—	a_1 10	327	100
2	—	—	a_2 10	337	103
3	14	2,65	a_3 15	510	156
4	—	—	a_4 20	689	211
5	14	—	a_5 30	1036	317
6	—	2,65	a_6 40	1393	426

XXV c **Strömend** Datum 1. Oct. 81. Dauer 9—3

Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 » Inhalt d. Diffus. { Anfang 164 CC. / Ende 163 » } Mittel 163,5 CC.

Inhalt z. Berechn. 163,5 CC. Gesammtmenge $M_n = 32,7\ a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	143	14	2,65	—	—	—
1	—	—	—	a_1 10	327	100
2	—	—	—	a_2 10	337	103
3	—	14	—	a_3 15	510	156
4	142	—	2,60	a_4 20	689	211
5	—	—	—	a_5 25	872	267
6	142	14	2,55	a_6 30	1061	324

Versuche mit Bimstein-Platten.

Aus einem beliebigen Stücke käuflichen Bimstein's wurden mittels Säge und Feile unter Vermeidung der allzublasenreichen Stellen je zwei kreisrunde Platten von gleichem Durchmesser und gleicher Dicke geschnitten, so dass im Ganzen vier Platten zur Verfügung standen. Schon das unbewaffnete Auge liess leicht erkennen, dass der Porositätsgrad dieser Platten, wie gar nicht anders zu erwarten, ein ganz ausserordentlich verschiedener war, und da mit ihm die osmotische Wirkung in zweifellos sehr kräftigem Zusammenhange steht, so wird, will man die letztere möglichst rein und frei von Einflüssen zur Anschauung bringen, auch ein quantitatives Urtheil über jenen Factor erforderlich werden, gerade so gut wie über Durchmesser und Dicke der Platten. Diese relative Porosität habe ich in der Weise bestimmt, dass die mit den Platten versehenen Diffusatoren mit destillirtem Wasser bis zu gleicher Höhe (8,5 Ctm.) gefüllt und auf derselben durch Nachtropfen aus einem zweiten Gefässe erhalten, die unten durchfiltrirenden Wassertropfen in einem tarirten Gefässe aufgefangen und nach Ablauf von 3 Stunden gewogen wurden. Diese Gewichtszahlen werden auch den Porositäts-

grad zum Ausdruck bringen. Unsere vier Platten charakterisiren sich demnach folgendermassen:

	Diffusator	Durchmesser	Dicke	In 3 Stdn. durchfiltr. Wasser	also Porosität
Dünne Platte No. 1	V	4,5 Ctm.	0,35 Ctm.	253,4 grm.	1,0
» » » 2	V	4,5 »	0,35 »	1044,0 »	4,1
Dicke Platte No. 3	I	4,3 »	1,10 »	357,3 »	1,4
» » » 4	I	4,3 »	1,10 »	1221,0 »	4,8

Versuchsreihen XXVI—XXVII.

Dünne Platten. Stärkste Concentration (ca. 2,5 %). Kleinste und mittlere Geschwindigkeit (ca. 4 und 8 Ctm.)

Versuchsreihe XXVI. Diffusator V. Dünne Bimstein-Platte No. 1. Porosität = 1.

XXVI a **Ruhend** Datum 29. Oct. 81. Dauer 11—5

Niveau innen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 175 « } Mittel — CC.
« aussen

Inhalt z. Berechn. 175 CC. Gesammtmenge $M_n = 35\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	10	2,45	—	—	—
1	—	—	a_1 685	23975	100
2	9	—	a_2 660	23785	99,2
3	—	2,40	a_3 650	24095	100,5
4	9	—	a_4 650	24745	103
5	—	2,45	a_5 690	26795	112
6	—	—	a_6 680	27135	113

NB. Schon innerhalb der ersten Stunde vor der ersten Probeentnahme war das Niveau im Diffusator um ca. $^1/_2$ Ctm. über das äussere gestiegen und verblieb in dieser Höhe bis zuletzt. Eben deshalb muss auf 175 CC. Inhalt berechnet werden, da sich gegen Ende des Versuchs das Niveau innen nur um sehr wenig wieder erniedrigt hatte.

XXVI b **Strömend** Datum 30. Oct. 81. Dauer 9—3

Niveau innen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 168 « } Mittel 168 CC.
Manom. aussen 9 «

Inhalt z. Berechn. 168 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}6\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	nach n Stunden: Menge d. erst. Stde. ruhend = 100
0	70	10	2,55	—	—	—
1	—	9	—	a_1 180	6048	25
2	—	—	—	a_2 360	12276	51
3	—	—	—	a_3 390	13644	57
4	—	—	2,48	a_4 420	15042	63
5	—	—	—	a 420	15462	64,5
6	70	9	—	a_6 420	15882	66

NB. Auch hier zeigte sich sofort ein Steigen im Diffusator von 8,5 Ctm. an um 1 Millim., welches sich aber bald wieder verringerte und innerhalb der ersten Stunde vollständig schwand. Um 1 Uhr stand das innere Niveau wieder 2 Millim. höher, ging aber später langsam wieder herunter.

XXVI c **Strömend** Datum 11. Novbr. 81. Dauer 10^{40}—4^{30}

Niveau innen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. Ende 160 « } Mittel 164 CC.
Manom. aussen 9 »

Inh. z. Ber. $\left\{\begin{matrix} a_1 - a_3\ 166 \\ a_4 - a_6\ 162 \end{matrix}\right\}$ CC. Gesammtm. $M_n = \left\{\begin{matrix} a_1 - a_3\ 33{,}2 \\ a_4 - a_6\ 32{,}4 \end{matrix}\right\} a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde. ruhend = 100
0	142	9	2,60	—	—	—
1	—	8	—	a_1 130	4316	18
2	—	—	2,50	a_2 150	5110	21
3	142	8	—	a_3 160	5592	23
4	140	—	—	a_4*) 170	5948	25
5	—	8	2,55	a_5 180	6612	28
6	—	—	—	a_6*) 190	7116	30

NB. Es zeigte sich anfangs ein gelindes Steigen im Diffusator, welches aber sehr bald einem andauernden allmäligen Sinken Platz machte. Zur Berechnung kommen deshalb für $a_1 - a_3 = \frac{168 + 164}{2} = 166$ CC., für $a_4 - a_6 = \frac{164 + 160}{2} = 162$.

*) a_4 Bei dieser Probe sind 2mal 5 CC. entnommen und stimmten dieselben vollständigst im Gehalt überein; es ist Dies aber bei der Berechnung zu berücksichtigen.

*) a_6 Wegen Störung im Wasserlauf musste Probe a_6 10 Minuten vor Ablauf der vollen Stunde genommen werden, ist also etwas zu klein!

Versuchsreihe XXVII. Diffusator V. Dünne Bimstein-Platte No. 2. Porosität = 4,1.

XXVIIa Ruhend Datum 26. April 82. Dauer 10 — 4

Niveau innen / » aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 174 » } Mittel — CC.

Inhalt z. Berechn. 174 CC. Gesammtmenge $M_n = 34{,}8\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit		Menge exosmosirtes NaCl		
	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	14	2,55	—	—	—
1	—	—	a_1 630	21924	100
2	14	2,50	a_2 730	26034	119
3	—	—	a_3 780	28504	130
4	—	—	a_4 850	31720	145
5	14	2,50	a_5 830	31874	145
6	—	—	a_6 810	32008	146

NB. Die 6 CC. Mehrinhalt waren gleich in der ersten Stunde hineingetreten; also kommen sie ganz zur Berechnung.

XXVIIc Strömend Datum 25. April 82. Dauer 9 — 3

Niveau innen 8,5 Ctm. Manom. aussen 9 » Inhalt d. Diffus. { Anfang 168 CC. / Ende 162 » } Mittel 165 CC.

Inhalt z. Berechn. 165 CC. Gesammtmenge $M_n = 33\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit			Menge exosmosirtes NaCl		
	Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Temp. °C	NaCl %	In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	143	14	2,60	—	—	—
1	—	—	—	a_1 220	7260	33
2	142	14	—	a_2 350	11770	54
3	—	—	2,65	a_3 400	13770	63
4	—	—	—	a_4 450	15820	72
5	144	14	2,65	a_5 510	18250	83
6	—	—	—	a_6 580	21070	96

Versuchsreihen XXVIII—XXIX.

Dicke Platten. Stärkste Concentration (ca. 2,5 %). Kleinste und mittlere Geschwindigkeit (ca. 4 und 8 Ctm.).

Versuchsreihe XXVIII. Diffusator I. Dicke Bimstein-Platte No. 3. Porosität = 1,4.

XXVIIIa Ruhend Datum 13. Nov. 81. Dauer 10 — 4

Niveau innen / » aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. { Anfang 152 CC. / Ende 163 « } Mittel — CC.

Inhalt z. Berech. 163 CC. Gesammtmenge $M_n = 32{,}6\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	11	2,57	—	—	—
1	—	—	a_1 590	19234	100
2	11	—	a_2 680	22758	118
3	—	2,60	a_3 940	31910	166
4	11	—	a_4 1070	37092	193
5	—	—	a_5 1160	41096	214
6	11	—	a_6 1150	41930	218

NB. Das Plus von 11 CC. des Diffusator-Inhaltes war gleich innerhalb der ersten Stunde hineingestiegen; es kommen also 163 CC. für denselben in Anrechnung.

XXVIIIb Strömend Datum 15. Nov. 81. Dauer 10[45] 4[45]

Niveau innen 8,5 Ctm. Manom. aussen 9 » Inhalt d. Diffus. { Anfang a_1—a_3 155 / Ende — 149 } Mittel — CC.

Inh. z. Ber. { $a_1 - a_3$ 155 / $a_4 - a_6$ 152 } CC. Gesammtm. $M_n = \left\{ \begin{array}{l} a_1 - a_3 = 31 \\ a_4 - a_6 = 30{,}4 \end{array} \right\} a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	70	10	2,50	—	—	—
1	70	—	—	a_1 550	17050	89
2	—	11	2,50	a_2 690	21940	114
3	—	—	—	a_3 790	25730	134
4	70	11	2,49	a_4 920	29998	156
5	—	11	—	a_5 990	33046	172
6	—	—	—	a_6 1040	35556	185

NB. Anfangs wurden 150 CC. hineingebracht; schon nach der ersten Stunde hatte sich das Niveau erhoben ca. = 5 CC entsprechend und blieb so bis zur 4. Stunde; von da an erniedrigte sich dasselbe bis 149 CC.; demnach sind für a_1 — a_3 155 CC, für a_4 — a_6 das Mittel von 155 — 149 = 152 CC. in Rechnung zu bringen.

XXVIIIc Strömend Datum 12. Nov. 81. Dauer 9[30] — 3[30]

Niveau innen / Manom. aussen } stets 1/2 Ctm. über d. Niveau. Inhalt d. Diffus. { Anfang 152 CC. / Ende 90 » } Mittel — CC.

Inhalt z. Berechn. 152 CC. Gesammtmenge $M_n = 30{,}4\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

0	142	9	2,60	—	—	—
1	—	—	—	a_1 50	1520	8,0
2	—	—	—	a_2 55	1722	9,0
3	144	9	2,60	a_3 45	1473	7,7
4	—	—	—	a_4 60	1974	10,3
5	—	8,5	2,55	a_5 80	2642	13,7
6	145	8	—	a_6 80	2722	14,0

NB. Die Berechnung der Diffusionsmengen ist hier ohne Rücksicht auf die Absaugung, d. h. also auf den gleichbleibenden Inhalt = 152 CC. erfolgt.

Versuchsreihe XXIX. Diffusator I. Dicke Bimstein-Platte No. 4. Porosität = 4,8.

XXIXa **Ruhend** Datum 6. Mai 82. Dauer 10 — 4

Niveau innen / » aussen } 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. Anfang 152 CC. Ende 154 » Mittel 153 CC.

Inhalt z. Berechn. 153 CC. Gesammtmenge $M_n = 30,6\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	15	2,60	—	—	—
1	—	—	a_1 400	12240	100
2	15	2,55	a_2 500	15700	128
3	—	—	a_3 600	19260	157
4	—	—	a_4 750	24450	200
5	15	2,60	a_5 850	28260	231
6	—	—	a_6 950	32170	263

XXIXc **Strömend** Datum 24. April 82. Dauer 1^{50}—5^{50}

Niveau innen / Manom. aussen } stets ½ Ctm. über Niveau. Inhalt d. Diffus. Anfang 153 CC. Ende 90 » Mittel — CC.

Inhalt z. Berechn. 153 CC. Gesammtmenge $M_n = 30,6\,a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit: Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit: Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit: NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden: M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	142	14	2,75	—	—	—
1	—	—	2,65	a_1 5	153	1,25
2	144	14	—	a_2 5	158	1,30
3	147	14	2,60	a_3 5	163	1,33
4	—	—	—	a_4 5	168	1,37
5	—	—	—	a_5 —	—	—
6	—	—	—	a_6 —	—	—

NB. Die Berechnung der Diffusionsmengen ist hier ohne Rücksicht auf die Absaugung, d. h. also auf den gleichbleibenden Inhalt = 153 CC. erfolgt.

Zu den vorstehenden Versuchsreihen XXVI—XXIX ist eine sofortige kurze Erklärung betreffs der Druckverhältnisse und der Berechnung der absoluten und relativen Diffusionsmengen erforderlich. In allen jenen Versuchen »ruhend« tritt ein sofortiges Steigen der Flüssigkeit im Diffusator bis zu einem Maximum ein und erhält sich auf demselben bis zum Schlusse. Da dasselbe zweifellos durch capillare Wirkung veranlasst ist, so findet es in sich selbst die Druckausgleichung, und es bedarf daher, um an der unteren Fläche der Bimstein-Platte einen gleichen statischen Druck zu haben, keines tieferen Einsenkens des Diffusators. Selbstverständlich muss dagegen die Berechnung der absoluten Diffusionsmenge auf das erhöhte Volum erfolgen.

Bei den strömenden Versuchsreihen XXVIIIc und XXIXc zeigt sich eine so ausserordentliche Abnahme (von 62 und 84 CC.) im Diffusator, dass in Folge dessen z. B. die letztere nur 4 Stunden lang fortgesetzt werden konnte. Damit ist aber zugleich eine Druckabnahme im Diffusator verknüpft, welche nicht mehr wie die bisherigen vernachlässigt werden darf, wenn die Grundbedingung unserer Versuche — gleicher Seitendruck — erhalten bleiben soll. Es musste demnach auch entsprechend dieser Abnahme der in der strömenden Lösung herrschende, an dem Manometer ablesbare Innendruck gradatim erniedrigt werden, was mittels des Regulirrohres leicht erreichbar war (S. 21). Nunmehr kann nur die Frage entstehen, in welcher Weise die Berechnung auf die absoluten Diffusionsmengen erfolgen solle. Dass jene ausserordentliche Abnahme mit dem eigentlichen osmotischen Vorgange selbst Nichts zu thun habe, liegt sehr nahe und habe ich deshalb auch zunächst die Berechnung so durchgeführt, als ob das Volum von 152 und 153 CC. ganz unverändert geblieben wäre; diese Zahlen sind in die obigen Versuchstabellen eingetragen. Andererseits lässt sich aber doch nicht verkennen, dass damit nicht eigentlich der Gesammteffect der Strömung

in den betr. Versuchsreihen zur Anschauung kommt, da die factisch exosmosirten Salzmengen sehr viel kleinere gewesen sind. Um sie zu berechnen und diese Differenzen klarzustellen war aber nothwendig, das bei jeder stündlichen Probenentnahme im Diffusator wirklich vorhandene Wasservolum zu kennen. Durch Notirung der Höhenstände und Nachfüllen aus einem Messcylinder bis zu diesen Niveauhöhen nach Abschluss der Versuchsreihe war dasselbe leicht zu ermitteln und damit die genaue Berechnung führbar. Dieselbe stellt sich dann folgendermaassen:

Für Versuchsreihe XXVIII c.

Nach Stunden	Niveauhöhe im Diffusator	Entsprechendes Volum	Aus d. stdl. Proben-Entnahmen berechnete Diffusionsmengen. Absolute	Relative
0	8,5 Ctm.	152 CC.	—	—
1	7,75 »	140 »	1400 Ctmilligrm.	7,3
2	7,25 »	128 »	1458 »	7,6
3	7,0 »	122 »	1203 »	6,3
4	6,75 »	114 »	1518 »	7,9
5	6,50 »	98 »	1778 »	9,2
6	6,25 »	90 »	1730 »	9,0

Für Versuchsreihe XXIX c.

0	8,5 Ctm.	153 CC.	—	—
1	7,75 »	138 »	138 »	1,1
2	6,75 »	112 »	117 »	0,9
3	5,75 »	88 »	98 »	0,8
4	4,75 »	59 »	74 »	0,6

Die Ergebnisse dieser Versuche und ihre kritische Besprechung.

Das vorliegende Beobachtungsmaterial wird sich nun ganz wie früher am besten ausnutzen lassen, wenn wir ihm eine übersichtliche Zusammenstellung geben. Daher mögen hier sofort die

Uebersichtstabellen 8 und 9

Platz finden.

Uebersichtstabelle 8.

Gebrannte Thonplatten.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

Diaphragma	Dünne Thonplatte = 0,1—0,15 Ctm. (Stets dieselbe Platte)										Dicke Platte, 0,2-0,25 Ctm.	
	Mittlere Concentration = 1,30 %		Stärkste Concentration = ca. 2,50 %								Stärkste Concentration = 2,50 %	
Versuchs-Reihe	XXIa.	XXIc.	XXIIa.	XXIIc.	XXIIIa.	XXIIIb.	XXIIIc.	XXIVa.	XXIVc.	XXIVd.	XXVa.	XXVc.
Datum	29. Sept. 1881	28. Sept. 1881	1. Oct. 1881	30. Sept. 1881	30. Oct. 1881	29. Oct. 1881	10. Nov. 1881	4. Oct. 1881	3. Oct. 1881	5. Oct. 1881	30. Sept. 1881	1. Oct. 1881
Temperatur	$14\frac{1}{2}$-15	13-14	15	14	10	8-10	7-9	14	14	12-13	14	14
Concentration	1,35	1,30-34	2,70	2,70	2,55-60	2,40-50	2,50 60	2,60	2,40-56	2,75	2,60-65	2,55-65
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 4 Ctm.	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Strömend 10 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.
Std. 1	334	334	502	501	504	334	334	502	334	333	327	327
» 2	678	511	1355	683	1038	1012	678	1355	678	509	337	337
» 3	865	526	2400	1037	2229	1376	1032	2232	1032	691	510	510
» 4	1224	708	3475	1401	3134	1750	1227	3637	1396	711	689	689
» 5	1760	895	4915	1942	4400	1967	1765	4747	1770	1064	1036	872
» 6	2478	1087	6227	2498	5365	2690	1982	5887	2321	1260	1393	1061

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) nach n Stunden.

	XXIa.	XXIc.	XXIIa.	XXIIc.	XXIIIa.	XXIIIb.	XXIIIc.	XXIVa.	XXIVc.	XXIVd.	XXVa.	XXVc.
Std. 1	100	100	100	100	100	66	66	100	67	67	100	100
» 2	203	153	270	136	206	201	135	270	135	101	103	103
» 3	260	160	478	206	442	273	205	445	206	138	156	156
» 4	367	212	692	279	622	347	243	724	278	142	211	211
» 5	527	269	979	387	873	390	350	946	353	212	317	267
» 6	742	325	1240	498	1064	534	393	1173	462	251	426	324
Inhalts-Differenz in CC.	— 2	— 2	— 1	— 2	± 0	— 2	— 2	— 1	— 2	— 3	— 1	— 1

Uebersichtstabelle 9.

Bimstein-Platten.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

	Dünne Platten = 0,35 Ctm. Stärkste Concentrat. = ca. 2,50 %.					Dicke Platten = 1,1 Ctm. Stärkste Concentration = ca. 2,50 %.						
Platte	No. 1. Geringere Porosität = 1.			No. 2. Grössere Porosität = 4,1.		No. 3. Geringere Porosität = 1,4.				No. 4. Grössere Porosität = 4,8.		
Versuchs-Reihe	**XXVIa.**	**XXVIb.**	**XXVIc.**	**XXVIIa.**	**XXVIIc.**	**XXVIIIa.**	**XXVIIIb.**	**XXVIIIc.**		**XXIXa.**	**XXIXc.**	
Datum	29. Oct. 1881	30. Oct. 1881	11. Nov. 1881	26. April 1882	25. April 1882	13. Nov. 1881	15. Nov. 1881	12. Nov. 1881		6. Mai. 1882	24. April 1882	
Temperatur	9—10	9—10	8—9	14	14	11	10—11	8—9		15	14	
Concentration	2,40-45	2,48-55	2,50-60	2,50-55	2,60-65	2,57-60	2,49-50	2,55-60		2,55-60	2,60-75	
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 4 Ctm.	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 4 Ctm.	Strömend 8 Ctm.	Factische Mengen (veranderl. Vol.)	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Factische Mengen (veranderl. Vol.)
Std. 1	23975	6048	4316	21924	7260	19234	17050	1520	1400	12240	153	138
» 2	23785	12276	5110	26034	11770	22758	21940	1722	1458	15700	158	117
» 3	24095	13644	5592	28504	13770	31910	25730	1473	1203	19260	163	98
» 4	24745	15042	5948	31720	15820	37092	29998	1974	1518	24450	168	74
» 5	26795	15462	6612	31874	18250	41096	33046	2642	1778	28260	—	—
» 6	27135	15882	7116	32008	21070	41930	35556	2722	1730	32170	—	—

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) nach n Stunden.

Std. 1	100	25	18	100	33	100	89	8,0	7,3	100	1,2	1,0
» 2	99	51	21	119	54	118	114	9,0	7,6	128	1,3	0,9
» 3	100	57	23	130	63	166	134	7,7	6,3	157	1,3	0,8
» 4	103	63	25	145	72	193	156	10,3	7,9	200	1,4	0,6
» 5	112	64	28	145	83	214	172	13,7	9,2	231	—	—
» 6	113	66	30	146	96	218	185	14,0	9,0	263	—	—
Inhalts-Differenz in CC.	+ 7	± 0	— 8	+ 6	— 6	+ 11	— 6	— 62		+ 2	(— 84) in 4 Std.	

 18*

Ebenso verweise ich zugleich auf die nach diesen Tabellen construirten
Curventafeln 5—7
und bemerke nur, dass in letzteren die weniger bedeutungsvollen Versuchsreihen XXI und XXV aus Gründen der Sparsamkeit und Uebersichtlichkeit nicht mit verzeichnet sind.

Unmittelbar aus den Zahlentabellen und Curventafeln ergeben sich dann die nachstehenden Thatsachen.

1. **Die Exosmose an porösen Platten (Thon, Bimstein) wird ceteris paribus durch das Strömen der Salzlösung in sehr erheblichem Grade vermindert, ja unter Umständen fast aufgehoben,** d. h. die durch dieselbe Platte in gleichen Zeiten und unter sonst gleichen Verhältnissen aus der strömenden Flüssigkeit exosmosirten Salzmengen sind stets sehr viel kleiner als aus der ruhenden, ja unter Umständen verschwindend klein gegen die letzteren.

Diese sehr interessante Fundamental-Erscheinung zeigt sich in den Zahlentabellen ausnahmslos; es sei denn, dass wie bei Versuchsreihe XXVac wegen der Dicke der Platte, die ja genugsam durch die geringen absoluten Diffusionsmengen illustrirt wird, der Einfluss erst in den späteren Versuchszeiten hervortritt. In Versuchsreihe XXIVac (Thon) z. B. ist nach 6 Stunden ruhend etwa das 12fache, strömend dagegen nur das 5fache der in der ersten Stunde ruhend exosmosirten Salzmenge hindurchgegangen. Bei Versuchsreihe XXIXa c (Bimstein) dagegen beträgt z. B. die nach 4stündiger Dauer ruhend durchgegangene Salzmenge das 2fache, die strömend exosmosirte nur $^1/_{166}$ der in der ersten Stunde ruhend gefundenen Diffusionsmenge. In klarster Veranschaulichung zeigen so auch die Curventafeln Nr. 5—7, dass die (gestrichelten) Strömungs-Curven stets unterhalb der (ausgezogenen) Ruhe-Curven liegen und zwar unter Umständen (Versuchsreihen XXVIIIc und XXIXc) fast mit der Abscissenaxe zusammenfallen.

2. **Die Abnahme der Exosmose an porösen Platten durch Strömen der Lösung scheint an sich (qualitativ) unabhängig von allen sonst auf die Diffusion wirkenden Factoren zu sein.**

Trotzdem ich bei den bis jetzt durchgeführten Versuchen mit porösen Platten die Variation der Versuchsbedingungen noch in sehr viel bescheideneren Grenzen habe halten müssen, als bei den Membranen, so glaube ich dennoch schon auf Grund des vorliegenden Materiales zu dem obigen Ausspruche vollberechtigt zu sein. Die übereinstimmend an allen Zahlencolumnen und Curvenpaaren zu Tage tretende Abnahme bei den strömenden Versuchen, mögen dieselben mit Thon oder Bimstein, an dickeren oder dünneren Platten, bei höherer oder niederer Temperatur, schwächerer oder stärkerer Concentration der Lösung, grösserer oder geringerer Stromgeschwindigkeit angestellt sein, lässt die Unabhängigkeit der Erscheinung von allen diesen Factoren innerhalb der für sie eingehaltenen Schwankungen nicht bezweifeln. Dass aber nicht allein die vorstehend benutzten Thon- und Bimstein-Diaphragmen sich so verhalten, sondern dass man wohl berechtigt ist, auch für andere, also wahrscheinlich für alle »porösen Platten« das Gleiche anzunehmen, dafür sprechen die früher (S. 72 f.) erwähnten Vorversuche mit

Gyps, Thon der galvanischen Thonzellen u. s. w., welche eine Abnahme der Exosmose durch Strömung deutlich bekundeten, wenn sie auch keine quantitativ brauchbaren Ergebnisse lieferten.

Die Unabhängigkeit der Erscheinung von der Zeitdauer der Versuche — die Erhaltung gleicher Concentrationsdifferenz bis zu einem gewissen Grade ($^1/_{10}$) selbstverständlich vorausgesetzt (S. 30) — leitet sich nicht minder sicher aus den Tabellen und Tafeln ab, da für jede Stunde die Abnahme mit gleicher Consequenz erfolgte. Wenn in einzelnen Fällen innerhalb der ersten Stunde eine solche nicht erscheint (Versuchsreihe XXI und XXII), so hängt Dies zweifellos mit dem Einflusse der Imbibition der Platten zusammen, und wenn sich in Versuchsreihe XXV sogar in 4 Stunden keine Abnahme offenbart, so wird dafür neben der Imbibition sowohl der directe Einfluss der Dicke als namentlich die durch dieselbe bewirkte Verringerung der absoluten Diffusionsmengen verantwortlich zu machen sein, welche nur so geringe Differenzen schafft, dass sie innerhalb der Beobachtungsfehler liegen.

Wirft man aber einen Blick auf die Curventafeln, so sieht man bei aller Verschiedenheit des Charakters derselben klar und deutlich, dass die zu einem Paar gehörigen Curven in überwiegender Anzahl mit der Zeit divergiren oder mindestens parallel laufen, zum deutlichsten Beweise dafür, dass eine Umkehr der Erscheinung mit der Zeit nicht eintritt. Es fällt damit auch von Vornherein der Gedanke weg, als habe man es in den hier zur Diskussion stehenden Wahrnehmungen lediglich mit einer Anfangserscheinung zu thun. Die Versuchsreihen XXVII a c und XXVIII a b bieten zwar Ausnahmen, insoferne die Curven in ausgesprochenem Maasse convergiren, allein da bei letzteren die kleinste Stromgeschwindigkeit geherrscht hat und die zugehörige Versuchsreihe XXVIII c mit grösserer Stromgeschwindigkeit sich ganz im obigen Sinne verhält, so wird es um so wahrscheinlicher, dass auch bei Versuchsreihe XXVII a c andere Momente oder Beobachtungsfehler störend eingewirkt haben.

3. Dem Grade nach (quantitativ) erscheint die Verminderung der Exosmose an porösen Platten durch Strömen der Lösung

abhängig von der specifischen Natur, Porosität und Dicke der Platte, sowie von der Stromgeschwindigkeit,

unabhängig dagegen von der Zeitdauer.

Aus denselben Gründen und nach denselben Principien wie früher (S. 49) stellen wir uns noch eine neue

Uebersichtstabelle 10 (umstehend)

zusammen, welche die »Verminderung« der Exosmosenabnahmen der verschiedenen Versuchsreihen besser unter einander vergleichbar machen soll.

Uebersichtstabelle 10.

Die Verminderung der Diffusionsmengen aus der strömenden Lösung,
ausgedrückt in % der in gleichen Zeiten aus der ruhenden Lösung erhaltenen Mengen.

Concentration	Poröse Thonplatten. Vers.-Reihe	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm. n. 6 Std	Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm. n. 6 Std	Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm. n. 6 Std	Bimstein. Vers.-Reihe	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. b = ca. 4 Ctm. n. 6 Std	Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. c = ca. 8 Ctm. n. 6 Std	Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm. n. 4 Std	Stromgeschwind. d = ca. 10 Ctm. n. 6 Std
Mittlere = ca. 1,30 %	XXI	—	—	42 %	56 %	—	—							
Stärkste = ca. 2,50 %	XXII	—	—	60 %	60 %	—	—	XXVI Poros. = 1	39 %	42 %	76 %	73 %	—	—
	XXIII	44 %	50 %	61 %	63 %	—	—	XXVII Poros. = 4,1	—	—	50 %	34 %	—	—
	XXIV	—	—	62 %	60 %	80 %	79 %							
	Dicke Pl. XXV	—	—	0	24 %			Dicke Pl. XXVIII Poros. = 1,4	19 %	15 %	95 % (96 %)	94 % (96 %)	—	—
								XXIX Poros. = 4,8	—	—	99,3 % (99,7 %)	—	—	—

Bezüglich des Einflusses der Concentration der Lösungen fehlen hinreichende Beobachtungsdaten, da nur eine Versuchsreihe XXI zum Vergleiche vorliegt.

Dagegen lässt sich die Bedeutung der verschiedenen Stromgeschwindigkeit schon aus den Curventafeln erkennen, auf denen die Strömungs-Curven in um so kleinerem Abstande von der Abscissen-Linie resp. in um so grösserem von der zugehörigen Ruhe-Curve liegen, je grösser die Stromgeschwindigkeit ist. Und aus der Tabelle 10 entnehmen wir mit zahlenmässigen Belegen dieselbe Thatsache, dass die Verminderung der Exosmose mit der Zunahme der Stromgeschwindigkeit wächst. In Versuchsreihe XXIII und XXIV betrug die Verminderung bei einer Geschwindigkeit von 4 Ctm. = 50 %, bei einer solchen von 8 Ctm. = 60—63 % und bei einer von 10 Ctm. = 80 %. In Versuchsreihe XXVI und XXVIII stieg die Verminderung bei einer Verdoppelung der Geschwindigkeit (4 auf 8 Ctm.) von resp. 42 % und 15 % auf 73 % und 94 %.

Der Einfluss der specifischen Natur des Diaphragma veranschaulicht sich aus den vorliegenden Daten direkt nicht sehr klar und überzeugend; denn wenn die Bimstein-Platten in den Versuchsreihen XXVI c, XXVIII c, XXIX c gegenüber XXII c—XXIV c ceteris paribus eine erheblich stärkere Verminderung zu bieten scheinen,

so ist bei Versuchsreihe XXVII c gegenüber XXII c—XXIV c und bei XXVI b gegenüber XXIII b wieder das Gegentheil der Fall. Allein indirekt offenbart sich derselbe, sobald man zugleich die Dicke des Diaphragma mit berücksichtigt. Denn während letztere bei den Thon-Platten die Verminderung sehr abschwächt (von 60 % auf 24 %) steigert sie dieselbe bei den Bimstein-Platten bedeutend (von 73 % auf 94 %), ein in seinem Gegensatze um so beachtenswertheres Verhalten als die Dicke der betr. Thon-Platte nur um das Doppelte, diejenige der betr. Bimstein-Platte dagegen um mehr als das Dreifache vergrössert war. In naheliegender Gedankenverbindung hiemit entsteht alsdann die Frage, in welcher Weise und welcher Stärke der Porositätsgrad der Platten auf die Verminderung der Exosmose durch Strömung einwirkt, und die experimentelle Ausführung knüpft naturgemäss an die Bimstein-Masse an, weil man bei derselben durch einfache Besichtigung mit unbewaffnetem Auge leicht ein ungefähres Urtheil über den Porositätsgrad gewinnen und darnach die Platten wählen kann. Vergleicht man nun die dahingehörigen Versuchsreihen XXVI c und XXVII c einerseits, XXVIII c und XXIX c andererseits untereinander, so stellt sich das merkwürdige Ergebniss heraus, dass bei der dünnen Bimstein-Platte die Erhöhung der Porosität (um das 4fache) eine Abnahme der Verminderung (von 76 % auf 50 %), bei der dicken Platte dagegen die Erhöhung der Porosität (um das 3,5-fache) eine Zunahme der Verminderung (von 95 resp. 96 % auf 99,3 resp. 99,7 %) hervorruft. Sollte sich diese Thatsache bei weiter fortgesetzten Untersuchungen bestätigen und sich daher mit grösserem Rechte, als ich bisher beanspruchen kann, verallgemeinern lassen, so käme man zu der bemerkenswerthen Schlussfolgerung, dass die Exosmose an porösen Platten (von der Natur des Bimsteins) durch Strömen der Lösung in um so höherem Grade verringert wird, je dicker und je poröser sie sind.

Allerdings ist bei den letzten Diskussionen und Verwerthungen der Beobachtungsdaten der eine Punkt vernachlässigt worden, inwieweit die specifische Natur des Diaphragma auch bei einer und derselben Substanz (Thon oder Bimstein) schwanken und deshalb auf die gewonnenen Zahlen einwirken könne. Bei den Membranen habe ich diesem Momente den weitgehendsten Einfluss zugestehen müssen (S. 51), weil bei ihnen eine Aussonderung der einzelnen Factoren der Dicke und des Porositätsgrades schwer oder garnicht durchführbar ist, mithin in der That eine ausserordentliche Variabilität im Gesammteffect begreiflich ist und sich auch experimentell offenbart. Anders liegt aber die Sache bei einer und derselben porösen unorganischen Masse, wo die Annahme sehr wohl gerechtfertigt erscheint, dass die Verschiedenheit der Substanz selbst in engeren Grenzen schwankt und daher auch nur von untergeordneterer Wirkung auf die Osmose sein wird. Die aus gleichem Material nach gleicher Methode gebrannten Thon-Platten werden also in dieser Richtung ebenso als nahe gleichwerthig angesehen werden können, wie die aus verschiedenen Parthieen desselben Stückes Bimstein gefertigten Platten.

Wenden wir uns jetzt zu der letzten noch ausstehenden Erörterung, in welcher Beziehung die Verminderung der Exosmose zu der Zeitdauer steht, so ist schon früher (S. 85) aus den Zahlentabellen und aus der stetigen Divergenz der Strömungs-

und Ruhe-Curven das Factum erwiesen, dass unter unseren Versuchs-Verhältnissen (Erhaltung der Concentrations-Differenz bis zu einem gewissen Grade) die Exosmose mit der Zeit immer mehr abnimmt. Will man aber den Grad dieser Abnahme, die »Verminderung«, aus der Uebersichtstabelle 10 entnehmen, so dürfte auf den ersten Blick nur schwer ein Resultat zu erzielen sein; denn wenn die entsprechenden Verminderungen bei 4- und 6stündiger Versuchsdauer in Vergleich gestellt werden, so findet man, dass dieselben in 5 Fällen (XXI a c, XXIII a b, XXIII a c, XXV a c, XXVI a b) mit der Zeit gestiegen, in 1 Falle (XXII a c) sich gleich geblieben, in 6 Fällen (XXIV a c, XXIV a d, XXVI a c, XXVII a c, XXVIII a b, XXVIII a c) kleiner geworden sind. Und da diese Abweichungen sich über alle Versuchsgruppen vertheilen, so erscheint eine allgemeine Schlussfolgerung unmöglich. Erwägt man aber, dass die Versuchsreihe XXV für vorliegende Frage kaum in Betracht kommen, also ausgeschieden werden kann, weil der grossen Dicke der feinporösen Thonmasse wegen die Osmose überhaupt so verlangsamt ist (S. 85), dass ferner gerade die mit derselben Thonplatte unter nahezu gleichen Verhältnissen ausgeführten Versuchsreihen XXII c, XXIII c, XXIV c zeigen, wie eine Differenz von einigen % in den Zahlen durch die unvermeidlichen Schwankungen in den Versuchsbedingungen und die ebenso unvermeidlichen Beobachtungsfehler naturgemäss erklärt wird, so muss unser Urtheil anders ausfallen. Denn es zeigt sich alsdann, dass in allen 11 obigen Versuchsreihen, die noch verwerthbar bleiben, nur in 2 Fällen (XXI a c, XXVII a c) diese Differenz hinreichend gross ist, um mit Sicherheit auf andere aussergewöhnliche Ursachen geschoben werden zu müssen, während in 9 Fällen die Verminderung bei 4- und 6stündiger Versuchsdauer als gleich geblieben anzusehen ist. Mag man nun jene zwei Ausnahmefälle, die überdies noch in entgegengesetztem Sinne sprechen, durch aussergewöhnliche Fehler oder sonstwie erklären, jedenfalls wird man gegenüber der Uebereinstimmung der anderen Versuchsreihen ein entscheidendes Gewicht ihnen nicht zuerkennen und sich mit grosser Wahrscheinlichkeit zu dem Schlusse berechtigt erachten, dass die Verminderung der Exosmose ceteris paribus constant d. h. also von der Zeit unabhängig ist.

4. Bei der Exosmose strömender Salzlösungen gegen Wasser an porösen Platten erfolgt stets ein im Verhältniss zu der erheblichen Verminderung der exosmosirten Salzmengen sehr viel grösserer Eintritt von Wasser als bei ruhenden Lösungen; die Strömung bewirkt also eine Aufhebung respective tiefgreifende Störung des Gesetzes der osmotischen Aequivalenz.

Zur Ableitung dieser Thatsache aus den Beobachtungen entwerfen wir uns auch hier wie früher (S. 55 f.) eine neue

Uebersichtstabelle 11, (Siehe nebenstehend)

welche ohne Weiteres verständlich ist.

Uebersichtstabelle 11.

Die Volumänderungen im Diffusator bei phaneroporösen Diaphragmen (porösen Platten)

im Vergleiche zu den absoluten Mengen exosmosirten Kochsalzes.

	Poröse Thon-Platten.						Bimstein-Platten.					
Concentration der Losung	Versuchs-Reihe No.	Versuchs-Reihe Dauer Stunden	Absol. Diff.-Menge Ruhend Ctmilligrm. NaCl	Volum-Aenderung im Diffusator CC.	Absol. Diff.-Menge Strömend Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Verminderg der Diff.-Menge durch Stromung	Versuchs-Reihe No.	Versuchs-Reihe Dauer Stunden	Absol. Diff.-Menge Ruhend Ctmilligrm. NaCl	Volum-Aenderung im Diffusator CC.	Absol. Diff.-Menge Strömend Ctmilligrm. NaCl	Entspr. Verminderg der Diff.-Menge durch Stromung
Mittlere	XXI a	6	2478	— 2	—	—						
= ca. 1,30 %	XXI c	6	—	— 2	1087	56 %						
	XXIIa	6	6227	— 1	—	—	XXVIa	6	27135	+ 7	—	—
	XXIIc	6	—	— 2	2498	60 %	XXVIc	6	—	— 8	7116	73 %
Stärkste	XXIIIa	6	5365	± 0	—	—	XXVIIa	6	32008	+ 6	—	—
= ca. 2,5 %	XXIIIc	6	—	— 2	1982	63 %	XXVIIc	6	—	— 6	21070	34 %
	XXIVa	6	5887	— 1	—	—						
	XXIVc	6	—	— 2	2321	60 %						
	XXVa	6	1393	— 1	—	—	XXVIIIa	6	41930	+ 11	—	—
	XXVc	6	—	— 1	1061	24 %	XXVIIIc	6	—	— 62	1730	96 %
							XXIXa	6	32170	+ 2	—	—
							XXIXc	4	—	— 82	74	99,7 %

Ohne uns an dieser Stelle mit denjenigen Zahlen zu beschäftigen, welche die entsprechenden Versuchsreihen für ruhende Diffusion geliefert haben, ist es doch zweifellos, dass, so lange das Gesetz der osmotischen Aequivalenz Geltung beansprucht, die Volumabnahmen im Diffusator wachsen müssen, wenn die absoluten Mengen exosmosirten Salzes grössere geworden, und abnehmen müssen, wenn die letzteren kleinere geworden sind. Bei den Membranen haben wir dieses Gesetz, wenn auch in gewisser Erweiterung und mit Berücksichtigung der Concentration der Lösungen und der specifischen Natur der Membran vollbestätigt gefunden (S. 52 ff.). Da nun die Strömung an porösen Platten die in gleichen Zeiten exosmosirten Salzmengen stets verringert, so müssen auch die am Ende der Versuche strömend beobachteten Volumabnahmen kleiner sein, als bei der ruhenden Diffusion. Unsere Tabelle zeigt nun augenscheinlich das gerade Gegentheil: entweder sind die Volumabnahmen gleich gross, trotzdem die Verminderung der Exosmose 24—56 % beträgt (Versuchsreihen XXIa c, XXVa c), oder es sind, wie in den sämmtlichen andern Fällen, trotz einer bis 99,7 % eingetretenen Verminderung der Exosmose die Volumabnahmen sogar grösser. Ja! diese Volumabnahme erreicht gerade bei diesen Maximal-Verminderungen (Versuchsreihen XXVIIIa c, XXIXa c) eine Höhe, welche als ganz exorbitant angesehen werden muss. Hier reichen nun alle Erklärungsversuche unter Beziehung auf die specifische Natur der Platten u. s. w. absolut nicht aus. Alles widerspricht vielmehr so direct dem berührten Gesetz, dass man dasselbe als bei der strömenden Osmose gründlich gestört resp. ganz aufgehoben ansehen und jene Volumabnahmen durch ganz andere wirksam werdende Factoren erklären muss. Man wird demnach auch nicht mehr von einer »Endosmose« im eigentlichen Sinne des Wortes sprechen können, sondern dafür der Kürze halber eine neue Bezeichnung »Pseudo-Endosmose« einführen müssen.

5. **Die porösen Platten von Thon und Bimstein — so sehr sie den Membranen in ihrer Abweichung bei der strömenden Diffusion gemeinsam gegenübertreten — offenbaren unter einander selbst wieder grosse Verschiedenheiten, sowohl bei der strömenden als auch bei der ruhenden Osmose.**

Je klarer und entschiedener der volle Gegensatz poröser Diaphragmen zu den eigentlichen Membranen bezüglich der Erscheinungen bei strömender Diffusion im Laufe der bisherigen Betrachtungen hervorgetreten ist, um so beachtenswerther wird auch die bei meinen Untersuchungen gewonnene weitere Thatsache werden, dass jene ersteren unter einander wieder ein ganz abweichendes Verhalten zeigen. Und zwar ist dasselbe ein zu gegensätzliches, um es allein auf die (im engsten Sinne zu nehmende) specifische Beschaffenheit im Uebrigen gleichartiger Substanzen zurückfuhren zu können, sondern man wird hier tieferliegende Unterschiede im Character derselben als wirksam anzusehen haben. Allerdings habe ich sehr heterogene Körper, wie feinstporösen Thon und grobporösen Bimstein, zur Anwendung gebracht, allein Dies ist mit Rücksicht auf die Klarstellung jenes Unterschiedes gerade absichtlich geschehen.

Dass bei der strömenden Diffusion ein derartiger Gegensatz sich hinsichtlich des Einflusses der Plattendicke zu offenbaren scheint, insofern mit deren Zunahme die

Verminderung der Exosmose ceteris paribus bei den Thon-Platten abnimmt, bei den Bimstein-Platten aber wächst, ist schon oben (S. 87) besprochen und aus Uebersichtstabelle 10 sofort ersichtlich. Ebenso sind die in den Strömungs-Versuchen aus dem Diffusator aufgenommenen Wassermengen, d. h. die in diesem beobachteten Volumabnahmen bei den Bimstein-Platten so unvergleichlich viel grösser als bei den Thonplatten, dass man berechtigt erscheint, hier nicht blos einen graduellen, sondern einen principiellen Unterschied anzunehmen, — eine aus Uebersichtstabelle 11 leicht erkennbare Thatsache, auf welche gleichfalls soeben die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist.

Ganz besonders aber enthüllt sich dieses widersprechende Verhalten, wenn wir auf die ruhende Diffusion einen Blick werfen. Schon die Anschauung der Curventafeln 5—7 giebt dazu Veranlassung. Die (gestrichelten) Strömungs-Curven sind alle concav gegen die Abscissenaxe, verhalten sich also in dieser Hinsicht, wie alle Curven bei den Membranen, und wenn es mir auch nicht gelungen ist, aus den Beobachtungsdaten eine oder mehrere empirische Gleichungen abzuleiten, welche genügende Uebereinstimmung bieten, wenn ich also auch hier im Gegensatze zu den Membran-Curven darauf verzichten muss, das Curvengesetz zu geben und daraus jene bleibende Concavität zu beweisen, so wird dieselbe doch gerade durch jene Anschauung genügend festgestellt erscheinen. Das Gleiche ist der Fall mit den Ruhe-Curven für Bimstein, deren Concavität ausser Zweifel ist, während nun die Ruhe-Curven für Thon eine ausgesprochene Convexität erkennen lassen. Hier zeigt sich also — da doch die Curven das Gesetz der Erscheinung wiedergeben — ein voller und tiefliegender Gegensatz.

Noch schlagender tritt ein solcher uns entgegen, wenn wir an der Hand der Uebersichtstabelle 11 den scheinbar rein endosmotischen Vorgang der ruhenden Versuche kritischer Prüfung unterwerfen. An den Thon-Platten sehen wir eine den verschiedenen Quantitäten der in den Diffusator exosmosirten Salzmengen entsprechende Volumabnahme. Zwar stimmen die Zahlen nicht mit dem *Jolly*'schen osmotischen Aequivalent für NaCl, denn aus den Versuchsreihen XXI a und XXV a berechnet sich dasselbe ungefähr = 80, aus den Versuchsreihen XXII a bis XXIV a dagegen ungefähr = 17; allein wir wissen von früher (S. 58 f.), dass diese Abweichung unter einander und von jener Normal-Zahl (4,5) einfach bedingt ist durch die Abhängigkeit der osmotischen Aequivalenz von der Natur und Beschaffenheit der Diaphragmen sowie von der Concentration der Lösungen. Man hat also durchaus keine Veranlassung, an der Uebereinstimmung der an den Thon-Platten ruhend beobachteten Endosmose mit dem Gesetze der osmotischen Aequivalenz zu zweifeln. Dagegen bieten nun die Bimstein-Platten die zwiefach auffallende gegensätzliche Erscheinung, dass in dem Diffusator eine unter Umständen recht beträchtliche Volumzunahme auftritt, welche sich gleich in der ersten Versuchsstunde einstellt und dann unverändert bleibt. Berücksichtigt man dabei, dass die absoluten Mengen des schon in der ersten Stunde exosmosirten Kochsalzes sehr erhebliche (12000—24000 Ctmgrm.) sind, dass sie aber in den weiteren 5 Stunden noch bis zum 2,5fachen wachsen, ohne dass damit eine Verringerung jener Volumzunahme verknüpft ist, so wird man zugeben müssen, dass hier

nicht nur ein einschneidender Gegensatz zu den Thon-Platten, sondern auch eine völlige Aufhebung des Gesetzes der osmotischen Doppelströmung und Aequivalenz selbst für den Ruhezustand vorliegt.

Die Erklärung der Beobachtungen an den phaneroporösen Diaphragmen (porösen Platten).

Der oft hervorgehobene Gegensatz der Erscheinungen, welcher durch die Strömung der Lösungen bei der Osmose an den kryptoporösen Substanzen einerseits und den phaneroporösen andererseits offenbar wird, erstreckt sich auch gewissermassen noch auf die Möglichkeit, für dieselbe eine brauchbare physikalische Erklärung zu finden. Während ich darauf habe verzichten müssen, die Beobachtungen an den Membranen, hauptsächlich also die Zunahme der Exosmose mit der Strömung, irgendwie zu deuten (S. 71), glaube ich für diejenigen an den porösen Platten, also besonders für die Abnahme der Exosmose mit der Strömung, wenigstens einen Weg zur Erklärung angeben zu können. Und wie die experimentellen Ergebnisse an den porösen Platten meine ersten Vorversuche an den Gypsröhren vollkommen bestätigten (s. Einleitung S. 11), so habe ich auch keinen besseren Erklärungsmodus aufzufinden vermocht, als denjenigen, welcher schon dort angeführt ist und welcher thatsächlich in deductiver Weise zur Inangriffnahme der ganzen Untersuchung veranlasst hat.

Darnach betrachte ich die Abnahme der Exosmose an den phaneroporösen Diaphragmen durch die strömende Bewegung der Flüssigkeit als die Folge einer durch letztere an den Oeffnungen der Poren-Kanäle hervorgerufenen hydrodynamischen Ansaugung, mit welcher eben eine (negative) Druckdifferenz verbunden ist, die ihrerseits auf die exosmotische Bewegung der gelösten Substanzen einen hindernden Einfluss üben muss. Dass eine im Sinne der Endosmose, aber nicht als solche, sondern als »Pseudo-Endosmose« wirkende Ansaugung in allen mit phaneroporösen Platten (Thon, Bimstein) ausgeführten Versuchen stattgefunden hat, ist wie wir wissen Thatsache. In so weit findet also jene Annahme in rein objectiven Feststellungen ihre Grundlage. Auch an der Existenz der Porenkanäle, deren wir behufs Anwendung des hydrodynamischen Vorganges nicht entbehren können, wird man keinen Anstand nehmen; denn wir mögen uns dieselben noch so fein, noch so complicirt und verzweigt verlaufend denken, wie wir wollen, vorhanden müssen sie sein, wenn anders die osmotische Wanderung von der einen zur anderen Seite des Diaphragma begreiflich sein soll. Aber allerdings schliesst sich hier eine Folgerung an, für welche es wieder eine experimentelle Controlle geben wird. Die specifisch osmotische Wirkung eines Diaphragma überhaupt kann gegenüber der freien Hydrodiffusion nur durch eine, wenn auch noch so geheimnissvolle, so doch nothwendig bestehende Wechselbeziehung zwischen der Substanz der Kanalwände und der in sie eindringenden Flüssigkeiten erklärt werden.

Je grösser der Durchmesser dieser Kanäle, desto geringer wird die Stärke dieser Wechselwirkung auf die centralen Flüssigkeitsfäden in denselben sich offenbaren, desto leichter werden diese letzteren anderen auf sie wirkenden Einflüssen, also z. B. einer auf hydrodynamischen Vorgängen beruhenden Ansaugung, folgen müssen. Mit anderen Worten: es wird mit Zunahme der Porosität einer Substanz in diesem Sinne die durch Strömung hervorgerufene Ansaugung (d. i. Volumabnahme im Diffusator) wachsen und mit diesem Wachsthum, wenn anders meine Vorstellung richtig sein soll, die Exosmose sich vermindern müssen. Nun wird man doch ohne weitere Beweise — die übrigens aus meinen Versuchen über die Filtration und die ruhende Osmose an den betr. Platten wohl abzuleiten wären — zugeben, dass sich der feingebrannte Thon von dem Bimstein neben allem Sonstigen gerade durch die grössere Weite der Porenkanäle unterscheidet, so dass bei letzterem neben eigentlichen Porenkanälen und Capillarröhren zweifellos auch manche über das Maass der letzteren hinausgehende Röhrenstränge die Verbindung zwischen den beiderseitigen Flüssigkeiten vermitteln. Es wird demnach an dem Bimstein eine solche mechanische Wirkung mit ihren geschilderten Consequenzen in ungleich höherem Grade erkenntlich sein müssen als bei dem Thon. Wie stellen sich nun hiezu die thatsächlichen Ergebnisse der Versuche? Ein Rückblick auf die letzten Kapitel mit ihren Versuchs- und Uebersichtstabellen, ihren Curventafeln und Schlussfolgerungen zeigt dieselben in vollstem Einklange mit dieser Deduction: die Bimstein-Platten bekunden ceteris paribus und im Allgemeinen gegenüber den Thon-Platten sowohl eine erhebliche Steigerung der Ansaugung (»Volumabnahme im Diffusator«) als eine beträchtliche Verminderung der Exosmose.

Ich leugne nun gewiss nicht, dass man die Zahl meiner bestätigenden Versuche für etwas klein erachten darf, und ebensowenig, dass es wünschenswerth gewesen wäre, durch weitere Variation der Versuchsbedingungen (namentlich z. B. betr. des einseitigen statischen Ueberdruckes) die Zulässigkeit jener Erklärung gründlicher zu prüfen. Allein hier musste ich im Interesse des vorläufigen Abschlusses meiner Untersuchungen auf die Ausfüllung dieser mir wohl bekannten Lücken verzichten und mich mit der Ueberzeugung trösten, dass auch im Gebiete wissenschaftlicher Forschung und im Hinblicke auf die Mitarbeit der Fachgenossen der Grundsatz »bis dat, qui cito dat« seine Geltung hat. Ich möchte also jene Erklärung der Versuchsergebnisse nur als einen Versuch betrachtet wissen, welcher weiterer Prüfung zu unterziehen ist.

D. Die Exosmose ruhender und strömender Kochsalz-Lösungen gegen destillirtes Wasser durch Combinationen von kryptoporösen und phaneroporösen Diaphragmen (Membranen und porösen Platten).

Nach den bemerkenswerthen Ergebnissen der beiden vorigen Kapitel, welche ein so entgegengesetztes Verhalten der Membranen und porösen Platten namentlich bei der strömenden Diffusion darbieten, lag etwas ausserordentlich Verführerisches in dem Gedanken, nun einmal die Wirkung zu studiren, welche eine Combination solcher verschiedenartiger Diaphragmen auf den osmotischen Process ausüben würde. Denn es konnte dieselbe — falls nicht etwa wieder ganz neue und dann um so interessantere Erscheinungen auftraten — gewissermassen vorausgesagt und so eine Art experimentum crucis für die Richtigkeit der früheren Beobachtungen gewonnen werden. Bei einer derartigen Combination müssten sich nämlich die gegensätzlichen Wirkungen mehr oder minder ausgleichen, also entweder eine wirkliche Zwischenerscheinung hervorrufen oder aber der Einfluss des einen oder anderen Diaphragma überwiegen. Abgesehen von dieser Anregung wurde ich aber auch noch durch eine rein technische Frage zur Vornahme der neuen Experimente veranlasst, auf welche am Schlusse dieser Abhandlung zurückzukommen sein wird.

Behufs der experimentellen Durchführung wählte ich die Combination von Bimstein und Schweinsblase als denjenigen Diaphragmen, welche ihre Gegensätzlichkeit qualitativ wie quantitativ am ausgesprochensten offenbart haben, und da an den Bimstein-Platten selbst wieder ein sehr verschiedener Wirkungsgrad je nach der Dicke und Porosität derselben hervorgetreten war, so liess sich hier voraussichtlich am besten der dem Grade nach wechselnde Einfluss einer solchen Combinirung erkennen. Die dünne Bimstein-Platte No. 2 bot die geringeren, die dicke Bimstein-Platte No. 4 die grössten Extreme; es wurden deshalb diese beiden Platten in den Diffusatoren V und I mit einer aus demselben Stück hergestellten gleichmässig gespaltenen Schweinsblase, die man demnach als gleichwerthig ansehen darf, in der üblichen Weise überspannt und nun mit ihnen ganz wie in allen anderen Untersuchungen gearbeitet. Wir erlangen so zwei Combinationen, nämlich:

Combination I: Dünne Bimstein-Plattte No. 2 mit Schweinsblase,
Combination II: Dicke Bimstein-Platte No. 4 mit Schweinsblase

und die

Versuchsreihen XXX und XXXI

Versuchsreihe XXX (Combination I)

Diffusator V. Combination I: Dünne Bimstein-Platte No. 2 + Schweinsblase.

XXX a Ruhend Datum 28. April 82. Dauer 9 — 3
Niveau innen / « aussen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. Anfang 168 CC. / Ende 168 « Mittel 168 CC.
Inhalt z. Berechn. 168 CC. Gesammtm. $M_n = 33{,}6\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	14	2,65	—	—	—
1	—	—	a_1 20	672	100
2	—	—	a_2 30	1028	153
3	14	2,60	a_3 40	1394	207
4	—	—	a_4 50	1770	263
5	14	2,60	a_5 75	2660	396
6	—	—	a_6 90	3239	482

XXX c Strömend Datum 27. April 82. Dauer 8^{50} — 2^{50}
Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. Anfang 168 CC. / Ende 166 « Mittel 167 CC.
Inhalt z. Berechn. 167 CC. Gesammtmenge $M_n = 33{,}4\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	142	13	2,60	—	—	—
1	—	—	—	a_1 40	1336	199
2	143	13	2,60	a_2 90	3046	453
3	—	—	—	a_3 120	4138	616
4	—	—	—	a_4 130	4592	683
5	143	13	2,55	a_5 140	5056	752
6	—	—	—	a_6 140	5196	773

Versuchsreihe XXXI (Combination II)

Diffusator I. Combination II: Dicke Bimstein-Platte No. 4 + Schweinsblase.

XXXI a Ruhend Datum 27. April 82. Dauer 9^{10} — 3^{10}
Niveau innen / « aussen 8,5 Ctm. Inhalt d. Diffus. Anfang 150 CC. / Ende 148 « Mittel 149 CC.
Inhalt z. Berechn. 149 CC. Gesammtm. $M_n = 29{,}8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	—	—	—	—	—
1	14	2,60	a_1 10	298	100
2	—	—	a_2 20	606	203
3	14	2,55	a_3 30	924	310
4	—	—	a_4 40	1252	420
5	14	—	a_5 50	1590	533
6	—	—	a_6 60	1938	650

XXXI c Strömend Datum 26. April 82. Dauer 9^{30} — 3^{30}
Niveau innen 8,5 Ctm. / Manom. aussen 9 « Inhalt d. Diffus. Anfang 150 CC. / Ende 148 « Mittel 149 CC.
Inhalt z. Berechn. 149 CC. Gesammtmenge $M_n = 29{,}8\, a_n + \Sigma a_{n-1}$

Nach Stunden	Aeussere Flüssigkeit Ausfluss-Menge CC in 1 Sec.	Aeussere Flüssigkeit Temp. °C	Aeussere Flüssigkeit NaCl %	Menge exosmosirtes NaCl: In 5 CC gefund. NaCl in Ctmilligrm.	nach n Stunden M_n in Ctmilligrm.	Menge d. erst. Stde ruhend = 100
0	145	14	2,55	—	—	—
1	—	—	—	a_1 10	298	100
2	—	—	—	a_2 20	606	203
3	144	14	2,60	a_3 25	775	260
4	—	—	—	a_4 30	949	318
5	144	14	2,50	a_5 35	1128	378
6	—	—	—	a_6 35	1163	390

Ehe man nun in der gewohnten Art aus diesen Beobachtungsdaten die Folgerungen ableitet, wird man sich zu vergegenwärtigen haben, dass dieselben nur dann in anschaulicher und zuverlässiger Gestalt zu gewinnen sind, wenn man die Erscheinungen an den einzelnen Diaphragmen selbst zum Vergleiche an der Hand hat. Dies ist uns für die beiden Bimstein-Platten No. 2 und No. 4 allerdings in den früher mitgetheilten Versuchsreihen XXVII und XXIX geboten, hinsichtlich der jetzt benutzten Schweinsblase aber gestattete leider der Ablauf der Ferien nicht, ihre Wirkung in besonderen Versuchsreihen festzustellen, und es bleibt also nichts übrig, als eine der früheren mit gespaltener Blase gewonnenen Versuchsreihen (XIII) zum Vergleiche heranzuziehen. Berücksichtigt man ferner, dass auch Bimstein-Platte No. 2 einige kleine Unregelmässigkeiten zeigte, und dass ja überhaupt nur je zwei Versuchsreihen vorliegen, so

wird man hinsichtlich der zuziehenden Folgerungen von Vorneherein das Hauptgewicht auf den qualitativen Verlauf, weniger auf den quantitativen, legen und auch darauf verzichten müssen, letzteren bis in alle Einzelheiten zu verfolgen.

Dies vorausgeschickt, geben wir nun zunächst die nach früheren und eben besprochenen Gesichtspunkten entworfene, zu schnellerer Erkenntniss unentbehrliche

Uebersichtstabelle 12.

Vergleichende Zusammenstellung der Diffusionsmengen bei Combination verschiedenartiger Diaphragmen:

Bimstein allein, Bimstein mit Schweinsblase und Schweinsblase allein unter gleichen Verhältnissen der Concentration, Stromgeschwindigkeit etc.

Absolute Diffusionsmengen nach n Stunden in Centimilligramm.

Diaphragma	Dünner Bimstein No. 2		Combination I Dünner Bimstein No. 2 mit Schweinsblase		Schweinsblase No. 5		Combination II Dicker Bimstein No. 4 mit Schweinsblase		Dicker Bimstein No. 4	
Versuchs-Reihe	XXVIIa.	XXVIIc.	XXXa.	XXXc.	XIIIa.	XIIIc.	XXXIa.	XXXIc.	XXIXa.	XXIXc.
Datum	26. April 1882	25. April 1882	28. April 1882	27. April 1882	17. Nov. 1881	18. Nov. 1881	27. April 1882	26 April 1882	6. Mai. 1882	24. April 1882
Temperatur	14	14	14	13	11—12	9½—11	14	14	15	14
Concentration	2,50-55	2,60-65	2,60-65	2,55-60	2,48-49	2,48-49	2,55-60	2,50-60	2,55-60	2,60-75
Stromgeschw.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.	Ruhend —	Strömend 8 Ctm.
Std. 1	21924	7260	672	1336	6650	8750	298	298	12240	138
» 2	26034	11770	1028	3046	10690	17050	606	606	15700	117
» 3	28504	13770	1394	4138	18340	24880	924	775	19260	98
» 4	31720	15820	1770	4592	24450	32920	1252	949	24450	74
» 5	31874	18250	2660	5056	30545	40470	1590	1128	28260	—
» 6	32008	21070	3239	5196	36270	48210	1938	1163	32170	—

Relative Diffusionsmengen (Menge Erste Stunde Ruhend = 100) **nach n Stunden.**

Std. 1	100	33	100	199	100	132	100	100	100	1,0
» 2	119	54	153	453	161	256	203	203	128	0,9
» 3	130	63	207	616	276	374	310	260	157	0,8
» 4	145	72	263	683	368	495	420	318	200	0,6
» 5	145	83	396	752	460	609	533	378	231	—
» 6	146	96	482	773	545	725	650	390	263	—
Inhalts-Differenz in CC.	+ 6	— 6	± 0	— 2	— 2	— 2	— 2	— 2	+ 2	(— 84) in 4 Std.

Unter gleichzeitigem Hinweis auf die entsprechende

Curventafel No. 8

entwickeln sich dann nachstehende Thatsachen, welche in verallgemeinerter Ausdrucksweise wiederzugeben gestattet sein mag, und wobei, einer späteren Erläuterung im zweiten Theile dieser Blätter vorgreifend, die Bimstein-Platten zum Unterschiede von den Thon-Platten (S. 90 ff.) als Vertreter der »makroporösen« Stoffe angesehen werden.

1. Durch die Combination kryptoporöser (Schweinsblase) mit makroporösen (Bimstein) Diaphragmen werden ceteris paribus die absoluten Mengen exosmosirten Salzes sowohl ruhend als strömend im Allgemeinen verringert, ausnahmsweise erhöht.

Als Beispiele hierfür entnehmen wir der Tabelle 12 die folgenden:

Es exosmosirten Centimilligramme Kochsalz

nach	bei	a Ruhend	c Ström.	dagegen bei	a Ruhend	c Ström.
6 Stunden	Schweinsblase allein (XIII)	36270	48210	Combination I (XXX)	3239	5196
	Dünne Bimstein-Platte No. 2 (XXVII) . .	32008	21070			
4 Stunden	Schweinsblase allein (XIII)	24450	32920	Combination II XXXI)	1252	949
	Dicke Bimstein-Platte No. 4 (XXIX). . .	24450	74			

Die eintretende Verringerung ist durch die Erschwerung des osmotischen Austausches an sich ohne Weiteres und naturgemäss erklärt. Nicht minder begreiflich aber ist, dass da, wo die Diffusionsmengen durch eine stark ansaugende Wirkung des Stromes sehr niedrig ausfallen (XXIXc), die diese Ansaugung beeinträchtigende Gegenwirkung einer Membran dieselben erhöht (XXXI c).

2. Je weniger kräftig das makroporöse Diaphragma in seinem Charakter sich geltend macht, desto mehr verhält sich die Combination ähnlich einer Membran (Combination I), je kräftiger jenes, desto mehr bewahrt die Combination das Verhalten einer makroporösen Platte (Combination II).

Vergleicht man die Zahlen der relativen Diffusionsmengen bei beiden Versuchsreihen, so zeigt sich, dass dieselben bei XXX und XXXI ruhend wie strömend sehr viel schneller wachsen als bei XXVII und XXIX, gerade wie dies bei der Schweinsblase (XIII) der Fall ist. Es wird Dies auch durch die steilere Richtung der Curvenpaare XXX a c und XXXI a c gegenüber derjenigen von XXVII a c und XXIX a c veranschaulicht, von denen erstere dem Curvenpaar XIII a c sich anschmiegen. Zeigt sich

hierdurch der allgemeine Einfluss der Schweinsblase in beiden Combinationen, so tritt die differente Wirkung derselben zunächst sehr deutlich darin zu Tage, dass bei Combination I die Zahlen der strömenden Diffusionsmengen grösser sind als die der ruhenden, die Strömungs-Curve XXX c also oberhalb der Ruhe-Curve XXX a liegt, d. h. die Exosmose durch Strömung wie bei Schweinsblase vermehrt wird, während bei Combination II die Zahlen der strömenden Diffusionsmengen kleiner sind als die der ruhenden, die Strömungs-Curve XXXI c unterhalb der Ruhe-Curve XXXI a läuft d. h. also die Exosmose durch Strömung wie bei den Bimstein-Platten allein vermindert wird. Auch bei der wahren oder scheinbaren Endosmose wird der verschiedenartige Einfluss der Membran in beiden Combinationen ersichtlich. Bei der ruhenden Diffusion wird die an den Bimstein-Platten beobachtete Aufhebung des osmotischen Austausches theils abgeschwächt (XXX a), theils wieder rückgängig gemacht (XXXI a), insofern die Volumzunahme im Diffusator dort gleich Null, hier sogar in eine Abnahme umgewandelt wird. Dagegen zeigt sich bei der strömenden Diffusion in XXX c eine den gesteigerten Mengen entsprechend zunehmende Volumabnahme, also wie bei Membranen eine Erhaltung des Gesetzes der osmotischen Aequivalenz, während bei XXXI c trotz einer Verminderung der exosmosirten Mengen um 40 % die Volumabnahme dieselbe geblieben ist, also eine Pseudo-Endosmose resp. wirkliche Absaugung wie bei makroporösen Diaphragmen bekundet wird.

Man kann nach diesen Thatsachen gewiss mit Recht behaupten, dass die im Eingange dieses Abschnittes erwähnte Controllprobe für die Richtigkeit der sämmtlichen früheren Untersuchungen zu vollster Zufriedenheit ausgefallen ist und alle unsere Voraussetzungen bestätigt hat. Ruft man sich dabei in das Gedächtniss, dass das in Combination I verwendete makroporöse Diaphragma sich von dem in Combination II benutzten eben nur durch seine Dicke und seinen Porositätsgrad unterscheidet, so wird man zugleich zu der für practische Zwecke verwerthbaren und auch allgemein interessanten Schlussfolgerung gelangen, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die durch Strömung an einer makroporösen Platte hervorgerufenen osmotischen Erscheinungen desto weniger durch ein mit ihr verbundenes kryptoporöses Diaphragma (Membran) beeinflusst werden, je dicker und poröser jene ist.

II. Allgemeiner Theil.

A. Zusammenstellung der Resultate und deren Bedeutung in physikalischer, physiologischer und technischer Hinsicht.

Nachdem in dem ersten Theile dieser Blätter die einzelnen Experimentaluntersuchungen und die sich unmittelbar an dieselben anreihenden Schlussfolgerungen niedergelegt sind, erscheint es wünschenswerth, sich das Gesammtergebniss derselben zu veranschaulichen und damit zugleich einen Einblick in den Gewinn zu verschaffen, welcher zunächst für die physikalische Forschung aus demselben abzuleiten sein wird. Betreffs des ersten Punktes muss ich auch hier an den früher wiederholt gemachten Vorbehalt erinnern, dass ich selbst manche meiner empirisch gefundenen »Gesetze« für noch nicht ausreichend erwiesen erachte, dennoch aber aus Zweckmässigkeitsgründen ihnen einen concisen Ausdruck in typographisch hervortretender Form gegeben habe, um eben die Aufmerksamkeit der Fachgenossen besser auf sie zu lenken und dadurch ihre Nachprüfung von berufener Seite zu befördern. Hinsichtlich des zweiten Punktes werde ich mich aber noch bescheidener auf blosse Andeutungen beschränken; denn eine erschöpfende Würdigung der Versuchsresultate würde allzuviel Raum beanspruchen und überdies eine so volle und eingehende Bekanntschaft mit der physikalischen Gesammtlehre von der Diffusion und ihrer mathematischen Diskussion, eine solche Beherrschung des ausserordentlich umfangreichen literarischen Materiales voraussetzen, wie sie mir nicht zu Gebote steht. —

Meine Untersuchungen bewegen sich ausschliesslich auf dem Gebiete der Osmose tropfbarer Flüssigkeiten (der gehemmten Hydrodiffusion) und zwar in der Beschränkung auf Kochsalz (NaCl) und Wasser, während hinsichtlich der Diaphragmen und der Concentration der Salzlösungen eine grössere Variation vorliegt. Die zur Anwendung gebrachte Methode machte das gleichzeitige Studium der Erscheinungen im Ruhezustand der Flüssigkeiten (ruhende Diffusion, Osmose) nothwendig, und da sich fast alle bisherigen Arbeiten in diesem Gebiete auf diese Voraussetzung gründen, so wird zunächst die Frage entstehen, wie sich die von mir gefundenen Versuchsergebnisse in dieser Beziehung zu den anderweitig festgestellten Gesetzen verhalten. In der That würde sich aus dem vorliegenden ziemlich grossen Beobachtungsmaterial durch eine relativ einfache Berechnung und Besprechung ein ganz interessanter Ver-

gleich entwickeln lassen, allein ich habe darauf sowohl bei den bisherigen Erörterungen als auch an dieser Stelle verzichten zu müssen geglaubt, um die Hauptaufgabe dieser Arbeit klarer hervortreten zu lassen. Vielleicht bietet sich mir oder Anderen später eine Gelegenheit, die Verwerthung der Daten nach dieser Richtung durchzuführen. Nur betreffs zweier Punkte war eine Inbetrachtnahme unvermeidlich; sie beziehen sich auf die Gesetze der osmotischen Doppelströmung und der osmotischen Aequivalenz bei der ruhenden Diffusion. Erstens hat sich nämlich ergeben, dass bei makroporösen Substanzen, wie Bimstein, die osmotische Doppelströmung ganz aufgehoben erscheint, insofern der Wasserstrom in gleicher Richtung mit dem Salzstrome, also nur eine einseitige Bewegung beobachtet wurde (S. 91). In allen anderen Fällen war dagegen eine Doppelströmung deutlich nachweisbar, mithin auch eine Prüfung der osmotischen Aequivalenz ermöglicht. Zweitens stellte sich dabei heraus, dass die letztere für das gleiche Salz (NaCl) keineswegs constant, sondern sehr abhängig ist von der specifischen Natur der Diaphragmen und von der Concentration der Lösungen. Während z. B. die V.-R. XII—XIV für eine Concentration = 2,50 % die *Jolly*'sche Normalzahl 4,5 als osmotisches Aequivalent für NaCl ergaben, leiteten sich aus den V.-R. IX und XI für eine Concentration = 1,30 % die Zahl 25 und aus V.-R. X für dieselbe Concentration sogar die Zahl 65—70 ab. In letzterem Falle war eben die sonst einfach benutzte Schweinsblasenmembran noch mit Eiweiss überzogen und somit wesentlich geändert worden. Hinsichtlich des Einflusses der Concentration bieten die Thon-Platten in den V.-R. XXI einer- und XXII—XXIV andererseits dasselbe Bild dar; dort berechnet sich für eine Concentration = 1,30 % die Zahl 80, hier für eine Concentration = 2,50 % die Zahl 16,7. Die osmotische Aequivalentzahl für Kochsalz (NaCl) ist also um so grösser, je geringer die Concentration der Lösung.

Alle diese Wahrnehmungen bestätigen theils, theils erweitern sie die früheren Arbeiten von *Graham*, *Eckhard*, *Fick* u. v. A.

Der Schwerpunkt und die Hauptaufgabe meiner eigentlichen Untersuchung liegen aber nun in ganz anderer Richtung, nämlich in der Durchführung eines, wie ich glaube, völlig neuen Gesichtspunktes: die Osmose bei strömender Bewegung der Flüssigkeiten zu studiren.[1]

[1] Allerdings begegnet man in neueren und neuesten Arbeiten auf dem Diffusionsgebiete hier und da scheinbar demselben Gedanken; bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass es sich dabei um ganz andere Dinge handelt. Wenn z. B. in den Untersuchungen von *J. Schuhmeister* (Wien. Sitzungsber. Math.-Nat. Cl. Abth. II, Bd. 79 [1879], p. 606) und *J. Stefan* (Ibid. Bd. 81 [1880], p. 210) von der Diffusion von Salzlösungen gegen einen continuirlichen Wasserstrom die Rede ist, so soll derselbe — ganz abgesehen davon, dass hier die freie Hydro-Diffusion studirt wird, — nichts anderes bewirken, als die Erhaltung der Concentrationsdifferenz, und sind deshalb auch die strömend bewegten Flüssigkeitsmassen sehr gering, z. B. bei den *Schuhmeister*'schen Versuchen 5—6 Liter pr. Tag. Ebenso verhält es sich bei den betreffenden Arbeiten über Gas-Diffusion von *J. Puluj* (Ibid. Bd. 75 [1877], p. 401 ff. und *A. v. Obermayer* (Ibid. Bd. 85 [1882], p. 147). Letztere behandelt die freie Gas-Diffusion, erstere die »Diffusion der Dämpfe durch Thonzellen« und berührt damit ein dem unsrigen sehr naheliegendes Gebiet. Allein die von *Puluj* experimentell in Anwendung gebrachte Strömung erstreckte sich auf beide Körper, sowohl auf die in der

Und hier dürfen wir nun als das unanfechtbare Hauptresultat der Untersuchung aussprechen, dass die strömende Bewegung die Osmose tropfbarer Flüssigkeiten in hohem Grade und in sehr verschiedener Weise beeinflusst, dass sie die bisher dafür aufgestellten Gesetze mehr oder minder ganz umgestaltet, dass sie also ein Factor ist, welcher in Zukunft bei osmotischen Untersuchungen und bei Aufstellung von Theorieen die vollste Berücksichtigung verdient.

Als ein zweites allgemeines und ebenso unleugbares Ergebniss stellt sich dann, wenn wir die verschiedenen Arten jenes Einflusses studiren, die Abhängigkeit der durch die Strömung hervorgerufenen Erscheinungen von der verschiedenartigen Natur der Diaphragmen dar. Jedoch nicht etwa in dem Sinne, dass ein jedes seiner chemischen Constitution nach abweichende oder verschieden dicke Diaphragma eine Besonderheit offenbare, sondern es lässt sich mit unverkennbarer Deutlichkeit eine Gruppenzusammengehörigkeit der Stoffe feststellen, welche durch die Gegensätzlichkeit jener Erscheinungen charakterisirt ist und innerhalb welcher sich nur graduelle Unterschiede offenbaren. Eigentliche Membranen, Pergament-Papier, Eiweiss, Schweinsblase, zeigen eine Zunahme der Exosmose aus der strömenden Salzlösung, andere durchlässige Körper (Gyps, Thon, Bimstein etc.) das umgekehrte Verhalten, und unter den letzteren sondert sich wieder scharf die eine Gruppe (Gyps, Thon etc.) von der anderen (Bimstein etc.). Wollen wir die Ursache dieser Gruppenzusammengehörigkeit unserem Verständnisse erschliessen, so bleibt schlechterdings kaum ein anderer Weg, als indem wir auf die molekulare Structur derselben zurückgehen, und diese wieder wird bezüglich der Diffusion vor Allem in der verschiedenen Art der Porosität sich geltend machen, da die Doppelwanderung der Flüssigkeiten durch ein Diaphragma in erster Linie nur möglich sein wird, wenn ihnen in demselben Verbindungswege, d. h. eben Porenkanäle im weiteren Sinne dargeboten werden, und da vor Allem von deren Weite und Verlauf neben der stofflichen Beschaffenheit der Wandsubstanzen der Charakter der osmotischen Erscheinung abhängen muss.

Wenn s. Z. noch *C. Ludwig*[1] sich begnügt, die Verschiedenheit der Porosität als »molekulare« oder »grobe« oder an anderer Stelle als »wesentliche« oder »zufällige« zu bezeichnen, wenn man auch sonst sie nur als »molekulare« und »capillare« unterschieden findet, so tragen diese Classificirungen der wahren, complicirten Natur derselben sicherlich nicht Rechnung. Der Aufbau der Körpermassen im Allgemeinen, sowohl der unorganischen als der organischen, ist ungleich verwickelter und deshalb auch die Art der in ihnen vorhandenen Zwischenräume. Wollte man sich in eine Vorstellung hierüber vertiefen, so hätte man von den Molekülen ausgehend zu den Molekulargruppen (Tagmen *Pfeffer*'s, Micellen *Nägeli*'s), von da bei organischen Stoffen

Thonzelle befindlichen Dämpfe (Wasser. Alkohol u. s. w.), als auf die die Thonzelle umspülende Luft, und besass gleiche Geschwindigkeit. Es sollte und konnte demnach ein Einfluss der Strömung als solcher gar nicht studirt werden; die ganze Anordnung bezweckt nur eine erleichterte Bestimmbarkeit der diffundirten Dampfmengen.

[1] C. Ludwig, Lehrbuch der Physiologie, 2te Aufl., I (1858) p. 75, und II (1861) p. 203 u. 210.

zu den Zellen und weiter zu den histologischen Gebilden (Gefässen etc.) fortzuschreiten und endlich für sie wie für die unorganischen Massen die gröbere Anordnung der Massentheile zu berücksichtigen, mit welcher dann je nachdem capillare oder schliesslich zufällige, grobe, weite Zwischenräume verbunden sind. Man hätte also der Wege sehr viele, auf welchen die osmotische Wanderung durch einen festen Körper hindurch erfolgen könnte.

Wir unsererseits wollen uns nicht in dieser mehr oder minder speculativen Anschauung weiterbewegen, sondern uns nur an das Experimentalergebniss unserer Untersuchungen halten und uns mit der daraus zu folgernden Classificirung der Porosität begnügen. Dann wird aber ohne Weiteres zuzugeben sein, dass die Membranen von den bei der strömenden Osmose so ganz abweichend sich verhaltenden anderen Materialien (Gyps, Thon etc.) hinsichtlich ihrer Porosität vor Allem darin unterschieden sind, dass bei jenen dieselbe ungleich feiner, der directen Wahrnehmung verschlossener ist, als bei letzteren. Aus diesem Grunde benenne ich jene als »kryptoporöse«, diese als »phaneroporöse« Stoffe. Und wenn ferner innerhalb der letzten Gruppe wiederum eine Differenzirung durch das Verhalten bei strömender Osmose angezeigt erscheint, so gruppiren sich Massen wie Gyps, Cement, feingebrannter Thon u. s. w. gegenüber solchen wie Bimstein, gewöhnliche Mauersteine etc. von selbst als »mikroporöse« gegenüber »makroporösen«.

Die im ersten Theile geschilderten Untersuchungen über die strömende Osmose führen also zu einer Zwei- resp. Dreitheilung der Körperwelt bezüglich des wesentlichen Zustandes ihrer Porosität, welche ich durch die Bezeichnungen

kryptoporöse und

phaneroporöse { mikroporöse / makroporöse

festhalten zu dürfen geglaubt habe. Und wie uns dieses Resultat, welches für die Molekular-Physik immerhin von einigem Interesse sein dürfte, gewissermaassen als Nebengewinn dargeboten wird, so gewährt es vice versa in Zweifelfällen den practischen Nutzen, die unbekannte Art der Porosität einer Substanz experimentell zu bestimmen. Man hat nur eine Platte desselben als Diaphragma in den früher geschilderten Apparat einzusetzen, dasselbe ruhend und strömend nach den dort gegebenen Anleitungen zu untersuchen, und man wird durch wenige Versuchsreihen die entsprechende Antwort erhalten. Im Uebrigen war es schon im ersten Theile dieser Blätter unvermeidlich, von dieser Gruppirung Notiz zu nehmen und sich mit den betr. Bezeichnungen vertraut zu machen, wollte man nicht unnöthige Unklarheit und Schwerfälligkeit in der Darstellung hervorrufen. Dabei aber wird man sich auch erinnern, dass die ruhende Diffusion eine ähnliche Verschiedenheit nach den Gruppen offenbart (S. 100), womit eine fernere Sicherstellung dieser letzteren angedeutet ist.

Nachdem so die Abhängigkeit der Erscheinungen bei strömender Osmose von der verschiedenartigen Porosität der Körper im Allgemeinen als das zweite Hauptergebniss an und für sich und in seinen Consequenzen entwickelt worden ist, würde ich jetzt die Schilderung der Special-Erscheinungen in ihrem Zusammenhang mit dieser

Porosität zu geben haben. Allein, um diese Recapitulation nicht so ermüdend, sondern vielmehr recht anschaulich zu machen, wähle ich unter gleichzeitigem Hinweis auf die Curventafeln die folgende tabellarische Gegenüberstellung, weil sich auf diesem Wege auch die genauere Gruppencharakteristik ergiebt.

Die von mir beobachteten osmotischen Erscheinungen waren:	Falls die Diaphragmen nachstehende Körpergruppen repräsentirten:
I. Die Exosmose wird durch Strömung gesteigert. (Die Strömungs-Curven liegen oberhalb der Ruhe-Curven.) Diese Steigerung wächst mit zunehmender Stromgeschwindigkeit. Die Endosmose wird durch Strömung nicht beeinflusst und das Gesetz der osmotischen Aequivalenz nicht gestört. Das Gesetz der Abhängigkeit der exosmosirten Diffusionsmengen bei der ruhenden wie strömenden Osmose von der Zeitdauer wird, die Erhaltung der Concentrationsdifferenz bis zu einem gewissen Grade vorausgesetzt, durch die Hyperbelfunction $M_t^2 = \alpha t + \beta t^2$ wiedergegeben. (Die Ruhe- und Strömungs-Curven sind der Abscissen-(Zeit-) Axe concav zugekehrte Hyperbeln).	I. Kryptoporöse Substanzen = Organische Stoffe = Membranen. Beispiele: Pergamentpapier, Eiweiss, Schweinsblase.
II. Die Exosmose wird durch Strömung vermindert. (Die Strömungs-Curven liegen unterhalb der Ruhe-Curven). Diese Verminderung wächst mit zunehmender Stromgeschwindigkeit. Das Gesetz der osmotischen Aequivalenz wird durch die Strömung aufgehoben; die factisch bestehende »Pseudo-Endosmose« wird durch dieselbe gesteigert. Für die Abhängigkeit der Diffusionsmengen von der Zeit lässt sich aus den vorliegenden Versuchsdaten eine einfache Function empirisch nicht ableiten.[1]	II. Phaneroporöse Substanzen = Unorganische Stoffe = Poröse Platten. Beispiele: Gyps, Cement, gebrannter Thon, gewöhnl. Backsteine, Bimstein.

[1] Auch diese Thatsache gerade könnte damit erklärt werden, dass eben bei phaneroporösen Substanzen die Mannigfaltigkeit der osmotisch wirksamen Porenkanäle eine viel grössere ist, als bei den kryptoporösen, in Folge dessen auch das Gesetz der Erscheinung bei jenen eine ungleich verwickeltere Function darstellen muss als bei diesen.

A. Die Verminderung der Exosmose durch Strömung nimmt ab mit der zunehmenden Dicke der Platte.

Die Strömungs-Curven für die Exosmose sind concav, die Ruhe-Curven für dieselbe convex gegen die Zeit-Axe gerichtet.

Die Steigerung der »Pseudo-Endosmose« durch Strömung ist gering.

Die (wahre) Endosmose bei ruhender Diffusion folgt dem Gesetze der osmotischen Aequivalenz.

A. Mikroporöse Substanzen.

Beispiele: feingebrannter Thon und wahrscheinlich Gyps, Cement und ähnliche Materialien.

B. Die Verminderung der Exosmose durch Strömung wächst mit der zunehmenden Dicke der Platten.

Die Strömungs- und Ruhe-Curven für die Exosmose sind concav gegen die Zeit-Axe gerichtet.

Die Steigerung der »Pseudo-Endosmose« durch Strömung ist sehr erheblich und geht in eine eigentlich rein mechanische Aufsaugung über.

Auch bei der ruhenden Diffusion erscheinen die Gesetze der osmotischen Doppelströmung und Aequivalenz aufgehoben; es zeigt sich nur ein einseitiger Strom durch das Diaphragma hindurch.

B. Makroporöse Substanzen.

Beispiele: Bimstein und wahrscheinlich die gewöhnlichen Backsteine, grobporöse Bruchsteine und ähnliche Materialien.

Ausser diesen Ergebnissen wäre endlich noch zur Abrundung des Bildes auf dasjenige hinzuweisen, welches für die interessante Combination makroporöser mit kryptoporösen Substanzen experimentell gewonnen wurde, und welches dahin lautet, dass in solchem Falle Zwischenerscheinungen eintreten, dass aber, je dicker und poröser das makroporöse Diaphragma ist, desto weniger die an demselben durch Strömung hervorgerufenen Diffusionserscheinungen durch die gleichzeitig vorhandene kryptoporöse Schicht beeinflusst werden.

So mannichfaltig nun alle diese Wahrnehmungen und so eingreifend die durch strömende Bewegung der Salzlösung hervorgerufenen Aenderungen der bisher bekannten osmotischen Gesetze sind, so ist es doch nicht gelungen, für dieselben eine eigentliche Erklärung ausfindig zu machen. Bezüglich der Steigerung der Osmose an den kryptoporösen Membranen habe ich schlechterdings ganz darauf verzichten müssen, auch nur eine Vermuthung auszusprechen. Hinsichtlich der Verminderung der Exosmose und Steigerung der »Pseudo-Endosmose« bei den phaneroporösen Körpern glaubte ich wenigstens Dies wagen zu dürfen, indem ich auf die Möglichkeit hinwies, dass an den weiteren Porenkanälen des Diaphragma durch die Strömung eine auf hydrodyna-

mischen Vorgängen beruhende Ansaugung d. h. eine negative Druckdifferenz erzeugt werde, welche ebenso naturgemäss ein gesteigertes Eintreten der äusseren Flüssigkeit zur Folge hat, wie sie eine Exosmose vermindern wird, weil diese mit dem wachsenden Gegendrucke abnimmt.

Ueberblickt man nun diese Gesammtheit von Resultaten, welche ich aus meinen Experimental-Untersuchungen ableiten zu können geglaubt habe, so wird man vielleicht grade im Hinblick auf die allgemeine Fassung derselben sich immer wieder die Thatsache vergegenwärtigen, dass ich nur mit wenigen Diaphragmensubstanzen, einem einzigen Salze (Kochsalz, NaCl) u. s. w. gearbeitet habe, und deshalb die Berechtigung zu allgemeineren Schlussfolgerungen bestreiten wollen.

Es ist wahr, ich habe nur mit Kochsalz-Lösungen gearbeitet; allein Dies bietet keinerlei Stützpunkt für die Annahme, als ob bei der Wahl anderer Salze oder sonstwie gut diffundirender krystalloidaler Stoffe der Ausfall der Versuche ein prinzipiell anderer gewesen wäre, da nach allen unseren Erfahrungen auf diesem Gebiete das Kochsalz sich qualitativ gleich mit jenen verhält. Zweifellos wird namentlich unter den colloidalen Materien oder unter flüssigen Stoffen bei ähnlicher Prüfung sich manch' ausnahmsweises Verhalten offenbaren, wie Dies auch bei der ruhenden Osmose der Fall; derartige Ausnahmen werden aber nur die Regel bestätigen. Es wird deshalb ein nicht unerspriessliches Unternehmen sein, meine Untersuchungen unter Anwendung anderer diffundirender Körper zu wiederholen. Ebenso wird eine Weiterführung derselben unter grösserer Variation der Stromgeschwindigkeiten, der Concentration der Lösungen, der Temperatur etc. weitere Einblicke in den Einfluss der Strömung erschliessen und die von mir aufgestellten »Special-Gesetze« theils befestigen und erweitern, theils modificiren. Die Anwendung anderer Diaphragmen (z. B. Amnion-Haut, Collodium, Gummi resp. Kautschuck, beliebige poröse Steine etc.) wird sowohl in rein physikalischer als auch in praktischer Beziehung wichtige Belehrung verschaffen. Speciell für das genauere Studium der osmotischen Doppelströmung wird ferner von besonderer Wichtigkeit werden, wenn man gleichzeitig mit zwei Salzlösungen arbeitet, deren eine die strömend bewegte ist, deren andere in dem Diffusator sich befindet. Und — last not least — der bedeutungsvollste Schritt in der Fortführung der Versuche wird dann geschehen, wenn schliesslich auch die zweite Flüssigkeit an dem Diaphragma eine strömend bewegte ist. Alsdann befinden wir uns in dem günstigsten Falle der wirklich constant bleibenden Concentrationsdifferenz und es eröffnet sich ein Feld neuer Beobachtungen über den Einfluss der gleich- oder entgegengesetzt gerichteten, sowie der gleich- oder ungleich starken Strömungen auf den osmotischen Vorgang.

Erst nach Abschluss aller dieser hier angedeuteten Untersuchungen wird man das berührte Problem einigermassen zu beherrschen sagen dürfen, und ich bekenne diesem letzten Endziel gegenüber die grosse Lückenhaftigkeit meiner eigenen Arbeiten um so bereitwilliger, als die für die Durchführung jener Untersuchungen ausserordentlich wachsenden experimentellen Schwierigkeiten die Mitarbeit der Fachgenossen voraussetzen.

Ohne jedoch diesen Zeitpunkt abwarten zu müssen entspringt aus demselben Grundgedanken eine neue Quelle von Forschungen auf einem anderen Gebiete. Steht einmal die Thatsache fest, dass bei tropfbaren Flüssigkeiten die strömende Bewegung an dem Diaphragma eigenartige Umänderungen des Diffusionsvorganges bewirkt, so liegt es sehr nahe, für elastische Flüssigkeiten d. h. Gase und Dämpfe das Gleiche anzunehmen oder doch für möglich zu erachten und deshalb experimenteller Prüfung zu unterziehen. Es wird deshalb die ganze Untersuchungsreihe mutatis mutandis für Gase und Dämpfe zu wiederholen sein, und trotz der hierbei eintretenden weiteren Erhöhung der praktisch-experimentellen Schwierigkeiten dürfte der Erfolg die Mühe belohnen, da, soweit ich mich zu informiren Gelegenheit hatte, ähnliche Arbeiten bisher nicht vorliegen, trotzdem seit *Graham*'s und *Bunsen*'s Untersuchungen die gehemmte Gas-Diffusion (Gas-Osmose) mannichfach, aber freilich immer nur für den Ruhezustand,[1] studirt worden ist. Ich möchte mir dabei umsomehr eine Reihe interessanter Resultate versprechen, als ja schon *Graham* für die Gesetze der Gasbewegung in Beziehung zu der Art der die Bewegung vermittelnden Porenkanäle resp. Röhren zu einer Dreitheilung des Vorganges gelangt ist, welche mit der von uns für die tropfbaren Flüssigkeiten bei strömender Osmose gefundenen Gruppirung eine gewiss merkwürdige und beachtenswerthe Analogie darbietet. Er unterschied: 1) Effusion als Durchgang durch kleine Oeffnungen in dünner Wand, 2) Diffusion als Durchgang durch eine feinporöse Masse und 3) Transpiration als Durchgang durch enge Canäle (Capillarröhren). Ein Verfolg dieser Analogie durch eine Experimental-Untersuchung der strömenden Gas-Diffusion durch Membranen, mikroporöse und makroporöse Diaphragmen in unserem Sinne lässt sich daher wohl als eine aussichtsvolle Unternehmung bezeichnen.

Ein Verfolg aller dieser Untersuchungen wird aber nicht allein nach physikalischer Richtung eine ergiebige Ausbeute darbieten, sondern er wird auch vielleicht auf einem Gebiete der physiologischen Forschung nicht unwichtige Aufklärungen und erweiterte Anschauungen verheissen, auf dem Gebiete nämlich der mechanischen Ursachen und Wirkungen des Stoffwechsels.

Wenn, wie im höher organisirten Thierkörper, die gesammte Aufnahme (Resorption) und Abgabe (Secretion) der für dessen richtige Functionirung nothwendigen Nahrungsbestandtheile an der Existenz eines oder mehrerer in sich abgeschlossener Gefässsysteme gekettet ist, in welchen strömende Flüssigkeiten (Blut, Lymphe) als Vermittler jener Thätigkeit circuliren, so ist schon damit die äussere Aehnlichkeit dieser Verhältnisse mit denen meiner Fundamentalversuche dargethan. Man hat aber weiter erkannt, dass jene Wanderung der Stoffe in die Gefässe oder aus ihnen heraus durch die Gefässwände hindurch im Wesentlichen nur auf zweierlei Wege möglich ist, entweder durch Filtration oder durch die Membran- oder Hydro-Diffusion (Osmose). Es werden demnach behufs Erkenntniss des Einflusses des einen oder anderen Factors die für diese rein physikalischen Vorgänge gültigen physikalischen Gesetze zur Anwendung

[1] Bezüglich der scheinbaren Ausnahmefälle s. oben S. 100 Anmerk.

gelangen müssen. Lassen wir die Filtration, welche auch in meinen Versuchen ausgeschlossen wurde, hiebei ausser Betracht, so werden wir hinsichtlich der Diffusions-Gesetze auf diejenigen angewiesen sein, welche sich auf strömende Flüssigkeiten beziehen, und werden nunmehr auch die innere und wesentliche Analogie meiner Versuche mit jenen Vorgängen, soweit dieselben sich auf die Membran-Diffusion erstrecken, anerkennen. Und zwar umsomehr, als auch die ausserhalb der Gefässröhren im Thierkörper vorhandenen Flüssigkeiten als ruhend gelten dürfen, somit wirklich einseitig strömende Lösungen gegen eine ruhende Aussenflüssigkeit osmosiren. Einzelne hier zu machende Einwände will ich als unwesentliche und leicht zu widerlegende nicht weiter berühren; nur einen scheinbar bedeutungsvollen kann ich nicht ganz unerwähnt lassen, welchen man aus einem Vergleiche der absoluten Stromgeschwindigkeiten in meinen Versuchen und in den Blutgefässen z. B. zu entnehmen gesonnen wäre. Während dort solche von ca. 4, 8, 10 Ctm. pr. Sec. bestanden, bewegen sich die »mittleren Querschnitts-Geschwindigkeiten« in letzteren innerhalb der weiten Grenzen von 0,017 Ctm. bis 43 Ctm. pr. Sec.,[1] und da für den Stoffwechsel ausschliesslich oder doch weit überwiegend die Capillaren (Haargefässe) in Betracht kommen, so würden nur die dort beobachteten Geschwindigkeiten mit 0,017 bis 0,11 Ctm. pr. Sec., mithin so viel geringere als in meinen Versuchen zur Wirksamkeit gelangen, dass man jene Analogie mit ihren Consequenzen in Frage stellen möchte. Allein man würde hiebei ganz ausser Acht lassen, dass sich die von mir beobachteten Einflüsse der strömenden Bewegung qualitativ ganz unabhängig von der absoluten Grösse der Stromgeschwindigkeit erwiesen haben, und dass also, ehe nicht ein experimenteller Gegenbeweis vorliegt, kein Grund zu der Annahme vorliegt, jene Einflüsse machten sich bei Geschwindigkeiten von 0,017 Ctm. nicht geltend, während sie bei solchen von 4 Ctm. so lebhaft hervortreten.

Ausgehend demnach von der Uebereinstimmung in den Hauptpunkten der beiderseitigen Erscheinungen und Vorgänge wird nun ohne Weiteres begreiflich, dass in Zukunft bei der physiologischen Betrachtung der osmosirenden Thätigkeit der Capillarwände nicht nur, wie bisher, der Innendruck resp. die Differenz zwischen Innen- und Aussendruck, sondern auch die an der betreffenden Stelle herrschende Stromgeschwindigkeit in Rechnung zu ziehen ist. Es werden also auch alle die Factoren, welche die letztere zugleich mit oder unabhängig von den Innendrucken beeinflussen, also die Phasen der Herzbewegungen, der Umfang und die Folge seiner Zusammenziehung, die Tiefe und Zahl der Athemzüge, die Blutmenge, der Ort und die Grösse des betrachteten Querschnittes, der Spannungsunterschied auf der Längeneinheit u. s. w. von wesentlicher Bedeutung für den secernirenden Effect eines Flächenstückes sein, da derselbe ganz abgesehen von dem Drucke mit zunehmender Stromgeschwindigkeit wächst, mit abnehmender sich verringert. Allerdings reichen meine Versuche nicht aus, diese Betrachtung ins Einzelne zu verfolgen, weil sie nur die Exosmose von Salzen, betreffs der Endosmose aber lediglich den Wasserstrom zur Prüfung gebracht haben,

---

[1] C. Ludwig, Lehrb. d. Phys. (2. Aufl.), II. (1861) p. 192.

mithin für die eigentliche, auf andere Verbindungen sich erstreckende resorbirende Thätigkeit des Flächenstückes kein Urtheil gestatten. Ebenso wird es natürlich erst einer weiteren Ausfüllung aller von mir selbst hervorgehobenen Lücken bedürfen, ehe man ganz befriedigende Einblicke in die Beziehungen zwischen der Stromgeschwindigkeit und der osmosirenden Wirkung eines Capillarstückes gewinnt. Soviel dürfte sich aber schon aus den vorliegenden Beobachtungen folgen lassen, dass die Secretion eines Gefässtheiles einerseits und die Wasseraufnahme durch denselben anderseits umsomehr abnimmt, je mehr dasselbe dem peripherischen Theile des Gefässsystemes angehört, weil sich hier neben dem Drucke auch die Stromgeschwindigkeit entsprechend verringert. Noch augenfälliger wird die Einwirkung sich offenbaren, wenn man abnorme, krankhafte Zustände mit den normalen desselben Gefässstückes vergleicht. Denn sobald z. E. durch gesteigerte oder verminderte Herzthätigkeit nur eine veränderte Geschwindigkeit des Blutstromes an dem betreffenden Orte — alles Uebrige als gleich vorausgesetzt — hervorgerufen ist, muss der normale Gleichgewichtszustand in dem Stoffwechsel gestört werden. Und zwar dergestalt, dass eine Steigerung der Geschwindigkeit eine Vermehrung der Secretion in die Umgebung und der Wasseraufnahme aus der Umgebung, eine Verminderung jener eine Abnahme beider bedingt. Es werden also Hypertrophie und Wasserentziehung einerseits oder Atrophie und Wasseransammlung andererseits die pathologische Folge jener Aenderung sein müssen. Ebenso wird z. B. eine krankhafte Verengerung resp. Zusammenschnürung des gleichen Gefässstückes ceteris paribus hypertrophirend und wasserentziehend gegenüber dem Normalzustand wirken, da durch jene Querschnittsverringerung die Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstromes erhöht wird. Eine Erweiterung des Gefässtheiles dagegen muss, weil dann eine Verlangsamung des Stromes eintritt, eine atrophirende und wasseransammelnde Wirkung auf die Umgebung ausüben.

Es liegt ausser dem Bereiche meiner Arbeit, diese Andeutungen weiter fortzuführen und noch weniger vermag ich ihre Tragweite richtig abzuschätzen. Dies muss Anderen überlassen bleiben. Nicht minder reservirt stehe ich der Frage gegenüber, ob die neuen Beobachtungen auch für das Verständniss des Stoffkreislaufes im Pflanzenkörper weitere Aufklärung bringen. Es wird hier eine jede Antwort schon deshalb so sehr erschwert, weil uns wegen des Fehlens selbständiger Gefässsysteme für die Aufnahme und Abgabe der Nährstoffe selbst die äussere Analogie mit den Versuchen ganz verloren gegangen erscheint. Hält man aber an den allseitig anerkannten Thatsachen fest, dass auch der Pflanzenkörper von strömenden Flüssigkeiten durchzogen wird, dass ferner die denselben anhaftenden Stromgeschwindigkeiten keineswegs verschwindend kleine sind und endlich, dass die Osmose überhaupt zur Geltung kommt, so wird man immerhin berechtigt sein, auch hier die Wirksamkeit der von uns früher besprochenen Gesetze als zu Recht bestehend vorauszusetzen, so wenig man einstweilen in der Lage ist, sich eine nähere Vorstellung über die Art und den Umfang derselben zu bilden.

Eine unmittelbarere, directere Verwerthung dürfte den neuen Beobachtungen in Aussicht stehen auf dem umfangreichen Gebiete der Technik. Denn wie hier die

Verhältnisse, unter denen sie wirksam werden können, ungleich einfachere sind, als in dem complicirten Getriebe der lebenden Organismen, so sind wir auch in der Lage, die für ihre günstigste Ausnutzung erforderlichen Bedingungen aus eigener Initiative herzustellen.

Seit *Graham*'s wichtigen Arbeiten über die Dialyse (1861) sind mehr als zwanzig Jahre verflossen, ohne dass von den in denselben niedergelegten Beobachtungen eine umfassendere technische Anwendung gemacht worden wäre. Der Chemiker von Fach hat ihnen freilich für die Darstellung und Reinigung mancher Präparate oder auch für die analytische Trennung schwer isolirbarer Körper (z. B. bei der Auffindung der Alkaloide) vielseitige Förderung zu verdanken; allein auch für ihn sind jene Fälle der Verwendbarkeit immerhin beschränkte geblieben, und für die chemische Arbeit im grossen Maassstabe der Technik ist meines Wissens sogar nur in einem einzigen, sogleich zu besprechenden Ausnahmefalle eine praktische Ausnutzung derselben erfolgt. Gewiss hat hierbei ursprünglich der Mangel an geeigneten Membranen hindernd gewirkt; aber auch die seit Anfang der 70er Jahre, also seit zwölf Jahren, beschaffte Herstellung des guten, billigen und wirksamen Pergamentpapiers hat einen durchgreifenden Einfluss kaum geübt. Sucht man sich von den Gründen dieser relativen Unfruchtbarkeit Rechenschaft abzulegen, so wird man, wie ich glaube, hauptsächlich dem Umstande die Schuld beizumessen haben, dass alle jene auf *Graham*'s Untersuchungen fussenden dialytischen Processe eine viel zu grosse Zeitdauer beanspruchen, um einigermaassen ansehnliche Mengen osmosirter Substanz zu erhalten, ein Moment, welches für die Technik fast eine völlige Unbrauchbarkeit des Verfahrens zur Folge hat. Wie aber, wenn es gelänge, diese Zeitdauer abzukürzen, und zwar so, dass diese Abkürzung von uns willkürlich bis zu einer weitgesteckten Grenze gesteigert werden könnte? Würde sich dann nicht aufs Neue die Möglichkeit eröffnen, jene bedeutungsvollen Wahrnehmungen auch praktisch wieder zu kräftiger Geltung zu bringen?!

Graham's Arbeiten und ebenso die später zu erwähnenden, technisch besonders wichtigen von *Dubrunfaut* haben sich gleich denen aller anderen Forscher ausschliesslich auf die ruhende Osmose erstreckt und nur diese im Auge gehabt. Solange man sich an diesen Grundsatz kettet, ist man, um den Process technisch productiver zu machen, fast allein auf die Vergrösserung der Membranfläche angewiesen, wofür sich aber sehr bald gewisse unüberschreitbare Grenzen ergeben. Ganz anders stellt sich die Sache an der Hand der auf diesen Blättern niedergelegten Thatsachen. Wenn nämlich feststeht, dass die strömende Bewegung der zu osmosirenden Flüssigkeiten die Diffusionsgeschwindigkeiten der in ihnen enthaltenen Substanzen steigert, dass z. B. diese Steigerung für eine Stromgeschwindigkeit von nur 8 Ctm. pr. Sec. und bei Osmose des Kochsalzes durch Pergamentpapier 20—30 % gegen die ruhende Osmose beträgt und dass endlich diese Steigerung mit wachsender Stromgeschwindigkeit vergrössert werden kann, — so scheint die chemische wie technische Praxis nunmehr im Besitze der Mittel, jenen oberwähnten inhaltschweren und folgenreichen Mangel des osmotischen Processes auszugleichen. Es wird nur von der Construction geeigneter Apparate im Kleinen oder Grossen abhängen, um durch die erhöhte Leistungsfähigkeit des Ver-

fahrens dasselbe sowohl in den chemischen Laboratorien mehr einzubürgern, als auch für die Praxis rentabel zu machen, denn es wird gerade für die letztere nur geringe Schwierigkeiten darbieten, weit grössere Stromgeschwindigkeiten als in meinen Versuchen wirken zu lassen.

Den einzigen schon oben berührten Ausnahmefall einer technischen Verwendung der Osmose bildet das von *Dubrunfaut* (1866) eingeführte Osmosirverfahren in der Zucker-Raffinerie, wobei aus der nicht krystallisirbaren Melasse die Reihe der Alkali-Salze durch osmotische Trennung mittels Pergamentpapier ausgeschieden und dadurch jene krystallisationsfähig gemacht werden soll. Es wird Dies dadurch ermöglicht, dass die Alkali-Salze an sich eine grössere Diffusionsgeschwindigkeit besitzen als der Zucker; allein es ist ersichtlich, dass, da letzterer immerhin zu den diffundirbaren gehört, immer auch von ihm gewisse Antheile mit den Salzen fortwandern, d. h. also verloren gehen. Die Langsamkeit des Processes hat *Dubrunfaut* durch Anwendung einer sehr grossen Membran-Oberfläche bei relativ compendiöser Form der höchst sinnreich construirten Apparate (»Osmogene«) soweit gehoben, dass das Verfahren in der That lebensfähig wurde, und die übrigen Mängel und Schwächen desselben sind durch die später von Anderen durchgeführten Verbesserungen dieser Apparate ebenfalls in dem Umfange vermindert, dass selbst die Concurrenz anderer Methoden von vorzüglicher Wirkung (Elution) das »Osmosiren« nicht überall hat verdrängen können. Es ist nun ein Umstand von grossem Interesse, dass bei der praktischen Durchführung des Verfahrens thatsächlich und wirklich eine strömende Osmose besteht; denn es wird in die aus Pergamentpapier-Scheidewänden gebildeten einzelnen Kammern die Melasse einerseits, das Wasser andererseits strömend — und zwar in entgegengesetzter Richtung — eingelassen, beide circuliren in dem ganzen Apparat und dieser giebt endlich einen ausfliessenden Strom gereinigter Melasse und einen zweiten des Osmose-Wassers mit den Salzen, dem verloren gehenden Zucker u. s. w. Soweit ich mich nun rückwärts über die Entwicklung des *Dubrunfaut*'schen Verfahrens zu unterrichten vermochte, ist jedoch diese strömende Bewegung der Flüssigkeiten nur aus Gründen praktischer Zweckmässigkeit, nicht aber auf Grund der Kenntniss und des Einblickes in den Einfluss derselben auf den Gang des osmotischen Processes selbst zur Anwendung gelangt. Ebendeshalb wird man auch mit Recht annehmen dürfen, dass das noch heute übliche »Osmosiren« aus jener thatsächlichen strömenden Bewegung keinesweges die Vortheile zu ziehen versteht, welche nach Maassgabe meiner Beobachtungen und der im weiteren Verfolg derselben noch zu gewinnenden Wahrnehmungen aus derselben gezogen werden können. Es wird darnach sehr wohl der Beachtung der Zucker-Techniker empfohlen werden dürfen, ob nicht die Steigerung der Geschwindigkeit des Melassestromes gegenüber dem Wasserstrome den Reinigungsprocess ausserordentlich beschleunigt d. h. productiver macht. Und wenn dabei die Befürchtung auftauchen sollte, dass dann auch die Menge osmosirten, also auch verloren gehenden Zuckers wachsen würde, so ist eine solche a priori keineswegs gerechtfertigt. Denn es ist noch ganz fraglich, ob die Steigerung der Osmose durch Strömung sich für alle diffundirbaren (krystalloidalen) Substanzen gleich bleibt, oder ob nicht grade die an und für sich mit grösserer

Diffusions-Geschwindigkeit begabten Stoffe, hier die Alkali-Salze, in hervorragendem Grade davon berührt werden. Wäre Letzteres der Fall, dann wäre umgekehrt durch die grössere Geschwindigkeit des Melasse-Stromes ein geringerer Verlust an Zucker d. h. also ein direkter Gewinn herbeigeführt. Ehe hierüber nicht experimentelle Fundamental-Untersuchungen vorliegen, dürfte zu einem einfachen Entscheide eine Berechtigung nicht gegeben sein. Nicht minder der reiflichsten Erwägung und Prüfung werth erscheint mir endlich die Frage, ob die in der Praxis eingeführte strömende Bewegung des Wassers und vor Allem die entgegengesetzte Richtung derselben nicht etwa hemmend und störend auf den osmotischen Vorgang wirke. Es ist mir nicht vergönnt gewesen, meine Arbeiten auf die Osmose bei beiderseits strömenden Flüssigkeiten auszudehnen; allein wenn dieselben in anderer Beziehung zu so ungeahnten Thatsachen geführt haben, so liegt sehr wohl die Möglichkeit vor, dass sich auch in dieser neue Aufschlüsse bieten werden. Erst wenn man also auch hierüber exakte Versuche vorgenommen hat, die über die Beziehungen zwischen beiderseits strömenden, gleich oder entgegengesetzt gerichteten Flüssigkeiten zu der osmotischen Wirkung der Zwischenmembran Rechenschaft geben, wird man im Stande sein, für das bisherige Osmose-Verfahren bei der Zucker-Raffinerie die richtigen, auf wissenschaftlicher Grundlage ruhenden, Directiven zu gewinnen, während man bisher ohne alle Kenntniss dieser Factoren gearbeitet hat. Und vielleicht verbindet sich damit ein segensreicher Fortschritt in der Entwickelung desselben, der um so höher anzuschlagen wäre, als im Interesse der kleinen Fabrik-Anlagen eine Kräftigung desselben in seinem Kampfe mit dem mächtigen Concurrenten, dem Elutions-Verfahren, äusserst erwünscht sein würde.

B. Die Bodeninfection durch städtische Abfuhr-Canäle (Siele) und der Bau dieser Siele im Lichte der neuen Beobachtungen.

Als ein specielles Beispiel der Verwerthung der neuen Beobachtungen in technischer Hinsicht hebe ich zum Abschlusse die Canalisationsfrage hervor und widme derselben eine die Grenze blosser Andeutungen überschreitende Betrachtung, weil sie ja in der That, wie aus der Einleitung (S. 11) erinnerlich sein wird, den Anstoss zu der ganzen Untersuchung gegeben hat.

Man hat bekanntlich der Entfernung städtischer Abfallstoffe mittels unterirdischer Canäle (Siele) neben vielen anderen auch den Vorwurf gemacht, dass sie eine allmählich wachsende Verunreinigung des Bodens zur Folge haben müsste, einerlei ob die Canäle aus gewöhnlichen Backsteinen oder aus Klinkern gebaut seien oder aus hölzernen oder eisernen Röhren beständen, da einerseits das Material selbst, andererseits die Dichtungssubstanzen niemals ganz undurchlässig sein würden. Heute, wo man der Bodeninfection eine ganz besondere Tragweite in sanitärer Beziehung beizulegen geneigt ist, würde ein solcher Vorwurf die Bedenken gegen die Abfuhr-Canäle erheblich zu steigern vermögen, und es ist deshalb gewiss zeitgemäss, die Berechtigung derselben kritischer Prüfung zu unterziehen. Insoferne es sich dabei um längst erledigte Streitpunkte handelt, sei ein kurzes Referat genügend.

Die Thatsache einer Verunreinigung des Bodens scheint am Einfachsten auf dem Wege der chemischen Analyse nachweisbar, indem vergleichende Prüfungen des Untergrundes in der Nähe der Canäle mit solchen aus grösserer Entfernung unmittelbaren Aufschluss geben müssten. Derartige Untersuchungen liegen zahlreich vor und sie sprechen in überwiegendster Mehrzahl dafür, dass bei guter Construction, richtigem Gefälle und wo nicht eine grobe Undichtigkeit oder gar ein Sielbruch wirksam gewesen, die Verunreinigung des Bodens durch die Siele als eine sehr unbedeutende sich offenbart. Allein man wird, je sachverständiger man ist, die inneren Schwierigkeiten jener Beweisführung zugeben müssen und deshalb auch nicht in Verwunderung gerathen, wenn von manchen Seiten die Beweiskraft jener Untersuchungen nicht voll anerkannt worden ist. Denn da solche Prüfungen nur als relative, d. h. auf einen bestimmten als »Normalboden« betrachteten Untergrund bezogene verwerthbar sind und da wir es mit einem seit Jahrtausenden bewohnten und deshalb verunreinigten Boden zu thun haben, so wird es ganz von der Wahl jener »Normalprobe«

abhängen, ob das ein Siel umgebende Erdreich nach einer gewissen Zeit seiner Thätigkeit einen höheren oder geringeren Grad von Verunreinigung zeigt. Die Schwierigkeit der richtigen Wahl des »Normalbodens« ist aber um so grösser, als die aus früheren Zeiten herrührende und auch noch heutigen Tages andauernde unvermeidliche Bodenverunreinigung sich keinesweges gleichmässig über die unteren Erdschichten verbreitet, sondern ganz von deren verwickelter petrographischer Beschaffenheit und noch complicirterer Lagerung abhängt. Es wird deshalb ein als derselbe »Urboden« betrachtetes Erdreich in geringen Distanzen von einander an und für sich erheblich verschiedene Reinheitsgrade aufweisen können und damit ein stringenter, zahlenmässiger Beweis für den specifischen Einfluss der Siele äusserst erschwert werden müssen. Hierzu kommt noch als zweites störendes Moment die Zeitfrage. Die städtischen Canäle sind zumeist mit Rücksicht theils auf ihre Festigkeit, theils gerade auf die gefürchtete Bodeninfection mit möglichst dicken und aus thunlichst undurchlässigem Material erbauten Wänden versehen. Es wird mithin einer geraumen Zeit bedürfen, ehe eine Durchsickerung ihres unreinen Inhaltes in das umgebende Erdreich in erheblicherem Grade eingetreten ist, zumal die Mehrzahl der Canäle unter einem äusseren statischen Ueberdrucke stehen dürfte. Eine Verunreinigung in geringem Grade stösst aber wieder in ihrem Nachweise auf chemische Schwierigkeiten aller Art, um von der bereits betonten Unzuverlässigkeit des »Normalbodens« ganz zu schweigen. Man würde aus allen diesen Gründen daher wohl zugeben müssen, dass eine chemische Beweisführung für die Nichtverunreinigung des Bodens durch jene Siele dem Einwande ausgesetzt ist, es habe einfach an der hinreichenden Zeit zur Geltendmachung einer Infection gefehlt, und es sei keinesweges ausgeschlossen, dass sich eine solche nach 30 und 50 Jahren einstelle, wenn sie auch nach 6 bis 25 Jahren noch nicht experimentell nachweisbar gewesen sei.

Alle derartigen Einwände finden natürlich ihren letzten principiellen Stützpunct in der nicht abzuleugnenden Thatsache, dass es zu den Unmöglichkeiten gehört, ein absolut undurchlässiges Baumaterial für die Sielsysteme zur Anwendung zu bringen. Und so sehr ich persönlich von der Ueberzeugung durchdrungen bin, dass nach den Untersuchungen *Wolffhügel's, Fleck's* und vieler Anderer auch der chemische Beweis für die Geringfügigkeit oder das völlige Ausbleiben einer Bodeninfection durch Siele als vollständig erbracht angesehen werden darf, — eine Ueberzeugung, in welcher ich auch nach eigenen Erfahrungen und Untersuchungen bestärkt werde, — ebenso wenig kann ich mich doch der gewissen Berechtigung jener Einwände verschliessen, weil sie von einem principiell richtigen und unantastbaren Gedanken (Durchlässigkeit der Materialien) ausgehen. Meines Erachtens wird der ganzen Frage erst dann ein abschliessendes Urtheil zu Theil werden können, wenn über die Irrelevanz dieses Grundgedankens an der Hand exakter Beweise sicher entschieden worden ist.

Einstweilen hat man freilich schon versucht, diesen Beweis zu führen, indem man auf die Druckverhältnisse hinwies, unter welchen sich die meisten Canalsysteme befinden. Ausgehend von der gewiss richtigen Annahme, dass der überwiegende Theil eines solchen Röhrennetzes schon wegen des nothwendigen Gefälles in einer

Tiefenlage ruhe, welche gegenüber dem inneren Niveau der Sielwässer einen grösseren äusseren hydrostatischen Druck auf die Canalwände involvire, hat man sich zu der Folgerung verleiten lassen, dadurch ein Ausschwitzen von Innen nach Aussen durch die feineren und gröberen Undichtigkeiten der Wand für eine mechanische Unmöglichkeit, weil physikalischen Gesetzen widerstreitend zu erklären. Unterstützt sah man sich in diesem Entscheide durch eine Reihe von Erscheinungen, welche in der That fast überall bei den städtischen Canalisirungen zu Tage getreten sind. Die oft überraschend schöne Bildung von Stalaktiten an dem Gewölbe, das Hineinspritzen mehr oder minder starker Wasserstrahlen durch die dicken Seitenwände der Canäle hindurch legen beredtes Zeugniss für diesen stärkeren Aussendruck ab. In noch umfangreicherem Grade wird Dies aber bewiesen durch die allgemein zu beobachtende drainirende Wirkung der Siele, dergestalt, dass in der Nähe liegende Brunnen versiegen, dass der Grundwasserstand tiefer gelegt wird und deshalb z. B. Rammpfähle bis zu dieser tieferen Zone hin verfaulen und kostspielige Unterfangsarbeiten der auf ihnen ehemals ruhenden Bauten erforderlich machen. Eine solche Drainage des Bodens ist aber physikalisch gedacht nichts anderes, als ein den statischen Druckverhältnissen entsprechendes Eindringen der Bodenwässer aus dem äusseren Erdreiche in das Innere der Siele, und so lange wir uns innerhalb dieses Gedankenkreises bewegen, wird allerdings damit eine gleichzeitige Gegenbewegung der Sielwässer von Innen nach Aussen, mag die Porosität der Canalwände sein, welche sie wolle, ausgeschlossen sein.

Allein auch diese Beweisführung für die Unschädlichkeit der Siele ist eine keinesweges erschöpfende, worauf ich schon in meiner früher erwähnten Schrift (S. 61) hingewiesen habe, weil sie erstens doch nicht allgemeingültig, sondern nur für die Fälle des äusseren Ueberdruckes zutreffend ist, und zweitens auf einer zu einseitig mechanischen Auffassung der Verhältnisse beruht. Trotz voller Anerkennung aller obigen Thatsachen und trotz bereitwilligem Zugeständniss, dass ein solcher äusserer Ueberdruck die Regel bilden wird, ist dennoch ein Austritt der Sielwässer resp. einzelner ihrer Bestandtheile nach Aussen, also in widersinniger Richtung zu den statischen Drucken, nach physikalischen Gesetzen schon deshalb sehr wohl denkbar, weil wir es in Wahrheit mit der viel complicirteren Erscheinung der gehemmten Hydrodiffusion oder Osmose zu thun haben. Die Canalwände bilden das Diaphragma, welches die innere Sielflüssigkeit von den äusseren Bodenwässern trennt, und somit wird sich den Diffusionsgesetzen gemäss ein Austausch der beiderseitigen Lösungsbestandtheile vollziehen müssen, ganz unbekümmert um den gleichzeitig nebenherlaufenden Vorgang der rein mechanischen Aufsaugung (Drainirung) und den factisch bestehenden äusseren Ueberdruck, da eine solche osmotische Strömung nur quantitativ von Gegendrucken abhängig ist, nicht aber überhaupt durch dieselben aufgehoben wird. Nun wird zwar Jeder zugeben müssen, dass in Wirklichkeit der osmotische Transport putrider Stoffe aus den Sielwässern nach Aussen sehr herabgedrückt sein wird, nicht nur wegen des erwähnten äusseren Ueberdruckes, sondern auch wegen des sicherlich vorwiegend colloidalen Charakters jener Materien und wegen der vermuthlich hindernden Ueberkleidung der innern Wandoberfläche (wenigstens an der Canal-Sohle) mit der sogenannten »Aal- oder Siel-Haut«, auf

die wir später nochmals zurückkommen müssen. Allein principiell ändert dieses Zugeständniss um so weniger Etwas in unserer Beurtheilung der ganzen Frage, als wir ja auf sehr lange Zeiträume Rücksicht zu nehmen haben, in denen noch so geringfügige exosmotische Ausschwitzungen durch Summirung bedenklich erscheinen können. Die Behauptung einer allmähligen fortschreitenden Bodeninfection durch die Siele kann sich also noch immer mit Fug und Recht auf die bisher bekannten Gesetze der Osmose berufen.

Diesen meines Erachtens unanfechtbaren principiellen Standpunkt wünsche ich zunächst genau präcisirt zu haben. Denn nunmehr wird sich nicht minder klar die Stelle erkennen lassen, an welcher der Hebel der sachgemässen und entscheidenden Kritik jener Behauptung anzusetzen ist. Sollen die bisher bekannten Gesetze der Osmose zur Begründung derselben genügen, so macht sich die Vorfrage geltend, ob die in den Sielen vorhandenen Verhältnisse mit denjenigen übereinstimmen, aus welchen man jene Gesetze abgeleitet hat. Und da muss die Antwort sofort verneinend lauten, weil die letzteren nur an ruhenden Flüssigkeiten studirt und erkannt sind, während dort strömend bewegte Flüssigkeiten (wenigstens auf der einen, inneren Seite des Diaphragma) gegeben sind. Es offenbart sich also eine Lücke in der Schlussfolge, welche erst gehoben sein wird, wenn eine Erkenntniss über die osmotischen Gesetze bei strömenden Flüssigkeiten und unter den bei Sielen bestehenden Verhältnissen gewonnen ist.

Hiemit stehen wir an dem Wendepunkt unserer Betrachtungen, indem sich jetzt die Ergebnisse der in dem ersten Theile dieser Blätter niedergelegten Untersuchungen Geltung verschaffen.

Dass die Sielwände ihrem Material nach zu den »phaneroporösen Diaphragmen« zu zählen sind, steht ohne weitere Erwägung fest, mögen sie aus gewöhnlichen Backsteinen, aus Bruchsteinen oder aus Klinkern mit Cement u. s. w. erbaut sein; denn das Bindemittel wird stets dahin gehören und die genannten Steinarten werden weder als absolut undurchlässige, noch in ihrer Structur als »Membranen« oder »kryptoporöse Diaphragmen« angesehen werden können. Ja! wenn wir uns der früher (S. 114) besprochenen vielerlei thatsächlichen Erfahrungen über die drainirende Wirkung der Canalsysteme erinnern, so werden wir keinen Anstand nehmen, die Substanz der Sielwände in ihrer Gesammtwirkung als gleichwerthig mit einem »makroporösen Diaphragma« zu erachten, wobei selbstverständlich dieser Charakter um so mehr nach der Seite der »mikroporösen« Körper hin verändert wird, je dichtere, homogenere Materialien ganz oder theilweise zum Aufbau verwendet wurden. Es werden also auch nur diejenigen Gesetze in Betracht kommen, wie sie für diese Körpergruppen gefunden worden sind (S. 72 ff.) Ueberträgt man das erste derselben in die Sprache des uns vorliegenden praktischen Beispieles, so wird dasselbe lauten:

Die strömende Bewegung der Sielflüssigkeiten in den Canälen vermindert die Exosmose (Ausschwitzung) der in ihnen gelösten Bestandtheile in sehr erheblichem Grade oder hebt sie fast ganz auf.

Ehe ich die naheliegenden Consequenzen aus dieser Erkenntniss ziehe, halte ich es für wünschenswerth, einen Vergleich betreffs der in meinen Versuchen wirksamen und der bei den Sielen bestehenden Verhältnisse einzuschalten. Schon mit Rücksicht darauf, dass jene Verminderung der Exosmose mit zunehmender Stromgeschwindigkeit wächst (S. 86), erhebt sich die Frage, in welcher Proportion die absoluten Stromgeschwindigkeiten meiner Versuche zu denen der Siele eines städtischen Canalsystems stehen. Was erstere anbelangt, so ist bekanntlich (S. 23) mit den Geschwindigkeiten von ca. 4, 8 und 10 Ctm. pr. Secunde gearbeitet worden. Hinsichtlich der letzteren versteht sich von selbst, dass sie sehr schwankende sein werden. Sowohl die Abhängigkeit von den Terrainverhältnissen, von den Dimensionen der Canäle etc. als auch die Rücksichtnahme auf vielerlei technische Bedingungen (Verschlammung, Trockenlaufen u. s. w.) gestattet kein Festhalten eines gleichen Gefälles, also auch gleicher Geschwindigkeit. Allein die Erfahrung hat immerhin zu gewissen Grenzwerthen für letztere geführt und diese findet man zu

10 bis 80 Ctm. per Secunde

angegeben.[1]

Nicht beruhigt durch diese allgemeine Notiz und in der Ueberzeugung, durch Mittheilung specieller Beobachtungen an unserem hamburgischen Sielsystem Manchem eine erwünschte Belehrung darzubieten, habe ich mich an meinen verehrten Freund, Herrn Oberingenieur *Franz Andreas Meyer* hieselbst gewendet und von Demselben in nachstehender Form dankenswerthen Aufschluss erhalten.

»Auf die Frage nach der Geschwindigkeit des Abflusses in den städtischen Schwemmsielen theile ich mit, dass dieselbe selbstverständlich mit den Gefällen in den verschiedenen Sielstrecken wechselt und in jeder Strecke ausserdem von den Zuflussmengen abhängig ist. Die geringsten Gefälle (1 : 3000)[2] haben im Allgemeinen die grossen Sammelcanäle, in welchen eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 0,5 bis 1 Meter stattfindet, sobald sie frei in die Elbe auslaufen können. Einen Ausnahmefall bilden die unteren Sammelstrecken des grossen Geeststammsiels und des alten städtischen Marschsystemes, da die in der Tide wechselnden Wasserstände der Elbe zu Zeiten höher sind als der Wasserstand in diesen Sielstrecken, während welcher Zeit diese letzteren durch Fluththore von der Elbe abgeschlossen gehalten werden. Ueber die besonderen Verhältnisse des Ablaufs während einer Tide-Periode geben die hiebei erfolgenden Beobachtungen vom 9.—11. August 1876 einen Anhalt, aus deren 4. Zahlenreihe man ersieht, dass die Ablaufsgeschwindigkeit auf diesen unter dem Elbhochwasser liegenden Strecken bei 0 anfängt und bis 0,79 m gestiegen ist.

In der Erläuterung ist ausdrücklich betont, dass die Versuche bei anhaltend trockenem Wetter stattgefunden haben, und dass während der Zeit Spülströme nicht hineingeleitet sind, so dass die obigen Geschwindigkeiten als minimale angesehen werden können.

[1] Fr. Sander, Handb. d. öffentl. Gesundheitspflege Lpz. 1877 p. 363.

[2] Die eingedeichte Marsch des Hammerbrooks kommt hier nicht in Betracht.

Die unter dem Niveau des Elbstroms liegenden Sammelstrecken sind natürlich nicht maassgebend, wo es sich um die Beurtheilung der durchstehenden Verhältnisse des Sielnetzes handelt, in welchem, künstliche periodische Spülstauungen abgerechnet, die Geschwindigkeiten nicht unter 0,30 m heruntergehen und sehr oft das Maass von 1 m weit übersteigen. Als beobachtetes Beispiel einer grösseren Geschwindigkeit ist auf die letzte Versuchstabelle vom 15.—17. August 1876 zu verweisen, welche in dem Grenzsiel zwischen Hamburg und Altona angestellt ist. Hier betrug, bei nur 0,15 m gefülltem Siel, die Geschwindigkeit constant 2,22 Meter pr. Secunde.«

Aus den mitübersandten Versuchstabellen ergeben sich die folgenden Einzeldaten:

		am			Geschwindigkeiten			
1.	Geeststammsiel	9.	Aug.	1876	32—64	Ctm.	pr.	Sec.
		10.	»	»	32—61	»	»	»
		11.	»	»	29—71	»	»	»
2.	Städtisches Marschsiel	9.	»	»	12—79	»	»	»
		10.	»	»	11—79	»	»	»
3.	Grenzgrabensiel	15.—17.	»	»	const. 222	»	»	»

Es kann nach allem Dem kein Zweifel mehr bestehen, dass die im Allgemeinen in einem Sielnetz vorhandenen Stromgeschwindigkeiten bei Weitem grössere sind als in meinen Versuchen. Dadurch alleine schon wird man gemäss dem Gesetze über die wachsende Verminderung der Exosmose bei zunehmender Stromgeschwindigkeit (S. 85 f.) zu der Erkenntniss gedrängt, dass die Verminderung der Exosmose in den Sielen eine noch ungleich erheblichere sein muss, als die in meinen Versuchen nachgewiesene.

Hiezu kommt ein weiteres in demselben Sinne wirksames Moment, welches umsoweniger unbesprochen bleiben darf, als es einen wesentlichen Unterschied zwischen meinen Versuchsverhältnissen und denjenigen der Mehrzahl der Siele berührt. Während ich nämlich sorgsamst bemüht gewesen bin, bei allen Versuchen eine vollkommene Druckgleichheit auf beiden Seiten des Diaphragma walten zu lassen, herrscht ja, wie (S. 113 f.) schon besprochen, bei den Sielen meist ein äusserer Ueberdruck und zwar von erheblicher Grösse. Da wir nun aus den allgemeinen Gesetzen der Osmose wissen, dass ein solcher den osmotischen Austausch stark behindert, so sind also meine Versuche unter verhältnissmässig für denselben noch viel günstigeren Bedingungen angestellt als sie in Wirklichkeit für den grössten Theil eines Sielnetzes gelten. Wenn demnach dort bei Stromgeschwindigkeiten von 8—10 Ctm. pr. Sec. und bei gleichem Seitendrucke die Verminderung der Exosmose bis zu 80 % (bei mikroporösen) und 94—99 % (bei makroporösen Diaphragmen) stieg (S. 86), so wird man wohl kaum Anstoss an der Behauptung nehmen, dass dieselbe bei Sielen mit äusserem Ueberdruck und beträchtlich grösseren Stromgeschwindigkeiten sich leicht auf 100 % erhebt d. h. eben dass die Exosmose ganz aufhört.

Hiemit haben wir das unserer kritischen Prüfung gesteckte Ziel erreicht. Musste früher grade mit Bezug auf die osmotischen Gesetze die bisherige Beweisführung in

unserer Frage als mangelhaft anerkannt werden, so hat jetzt die von rein physikalischen Gesichtspunkten ausgehende erweiterte Erforschung dieser Gesetze die Mittel zu exaktem Entscheide dargeboten. Und zwar offenbart sich die Analogie der Siele mit unseren Versuchen nicht nur hinsichtlich der exosmotischen Ausschwitzung, sondern auch — wie hier noch eingeschaltet werden mag — bezüglich der aufsaugenden (pseudoendosmotischen) Wirkung. Unsere betreffenden Untersuchungen (S. 88 ff.) haben für mikroporöse, namentlich aber für makroporöse Materialien eine derartige Steigerung des Eintrittes der äusseren Flüssigkeit durch die strömende Bewegung der inneren Lösungen dargethan, dass damit die stark drainirende Thätigkeit der Siele auf das Anschaulichste erläutert wird. Ja! es bietet sich für letztere insofern noch ein wesentlich erweiterter Einblick dar, als dieselbe nicht nur durch die flüssigkeitsfreien Gewölbe und Seitenwände, sondern sogar durch die von Flüssigkeiten bedeckte Sohle der Canäle erfolgt und damit die Entwässerung des Erdreiches bis unter das innere Niveau der Sielwässer erklärt. Mit Bezugnahme auf die im Eingange dieses Abschnittes aufgeworfene Frage können wir demnach die bündige Antwort ertheilen: Die Siele wirken lediglich aufsaugend, nicht ausschwitzend. Eine derartige Ausschwitzung, also auch Bodeninfection durch dieselben — wie sie schon durch mancherlei andere Erfahrungen und Untersuchungen bestritten worden ist — erfolgt deshalb garnicht, oder nur in sehr geringem Grade, weil gemäss den Gesetzen der Osmose bei strömenden Flüssigkeiten die Exosmose (Ausschwitzung) des Sielinhaltes so gut wie ganz aufgehoben wird, und zwar um so vollkommener, je grösser die Stromgeschwindigkeit in den Sielen und je grösser der äussere Ueberdruck ist.[1]

An der Hand dieses Lehrsatzes würde man nun bei allzustrenger Uebertragung in die Praxis leicht in neue Widersprüche mit der Erfahrung verwickelt werden. Denn man würde sich zu der Behauptung verleiten lassen können, eine Bodenverunreinigung sei schlechterdings ganz ausgeschlossen, während man doch bei vorurtheilsloser Durchsicht der mehrfach erwähnten chemischen Arbeiten über diesen Punkt nicht verkennen kann, dass dieselben einen solchen Ausspruch nicht rechtfertigen. Sie beweisen vielmehr nur, dass die durch die Siele bei guter Anlage derselben bewirkte Infection eine relativ geringe sei. Nun ist allerdings ja ohne Weiteres klar, dass ein von Spalten oder gar Brüchen durchgezogenes Siel unter günstigen Umständen ebenso eine Aussickerung ihres Inhaltes zur Folge haben wird, wie eine zu geringe Stromgeschwindigkeit oder gar völlige Anstauung des letzteren. Durch derartige rein äusserliche Einflüsse wird die Richtigkeit des obigen Lehrsatzes natürlich nicht berührt. Allein es kommt in der That noch ein ganz anderes Moment in Betracht, welches wir bisher unberücksichtigt gelassen haben und welches dennoch aufmerksame Beachtung verdient. Es ist Dies die fast allgemein beobachtete Ueberkleidung der inneren Canalwand mit einem schleimigen Ueberzug, den man die »Siel- oder Aalhaut« genannt hat. Ihrem

[1] Auf andere hiefür noch wirksame Momente von praktischer Bedeutung, wie sie sich aus den Versuchen ableiten, kommen wir gleich zurück.

wesentlichen Charakter nach besteht dieselbe aus Algen- und Pilzfäden, die zu einer dichten, zum Theil fest an der Wand haftenden Membran verfilzt sind. Wenn nun angenommen werden muss, dass eine solche Bekleidung der Siele unvermeidlich und allgemein mit der fortschreitenden Dauer ihrer Benutzung verknüpft ist, wenn man ferner dieselbe hinsichtlich ihrer osmotischen Wirkung in die Kategorie der »kryptoporösen Diaphragmen« oder »Membranen« zu versetzen allen Grund hat, so wird mit voller Berechtigung die weitere Frage entstehen, ob unter solchen Verhältnissen die früher aufgestellten Grundsätze und die daraus entnommenen Schlussfolgerungen gültig bleiben. Haben doch gerade die in dem ersten Kapitel unserer Experimental-Untersuchungen niedergelegten Thatsachen schlagend bewiesen, dass an Membranen die Exosmose durch das Strömen der Flüssigkeiten erheblich (bis zu 40 %) gesteigert wird (S. 49 ff.) In derartigen älteren Sielsträngen begegnen wir also einem complicirteren und in entgegengesetzten Richtungen wirksamen Spiele von Kraftmomenten: die Sielhaut als Membran vergrössert, die äussere Canalwand als phaneroporöser Körper vermindert die Ausschwitzung. Wie demnach der Gesammteffect sich gestalten wird, scheint einer Beantwortung kaum fähig zu sein, und doch ist dieselbe dringend erwünscht, um die früheren Entscheide betreffs der Bodeninfection in ihrer ferneren Zulässigkeit klarzustellen. Dieser Aufgabe habe ich in dem Kapitel D des ersten Theiles dieser Blätter (S. 94 ff.) gerecht zu werden oder doch ihre dereinstige Lösung vorzubereiten gesucht und auch, wie ich glaube, beachtenswerthe Anhaltspunkte hiefür gefunden. Denn wenn sich dort auf experimenteller Grundlage ergab, dass das Verhalten solcher Combinationen von Membranen mit porösen Körpern sich aus dem Einzelverhalten derselben im Voraus bestimmen lasse, dass also dasselbe nicht ganz neuen und unerwarteten Gesetzen gehorche, dass ferner der Einfluss der Membran hinsichtlich der Exosmose um so mehr zurücktritt, je kräftiger der Charakter der porösen Platte sich geltend macht und dass endlich bei richtiger Wahl der letzteren sowohl die Verminderung der Exosmose als auch die einfache Absaugung der äusseren Flüssigkeiten, ganz wie bei porösen Substanzen für sich, zu Tage tritt — so werden damit zuvörderst alle aus der besprochenen Complication etwa zu entnehmenden principiellen Einwände als hinfällig erklärt werden dürfen. Auch bei Sielen mit der berüchtigten Aalhaut liegt es gerade nach den erkannten Gesetzen ganz in unserer Macht, eine Bodeninfection durch ausschwitzende Sielwässer auf ein Minimum herab- oder ganz zu unterdrücken. Erreichbar aber wird Dies freilich nur sein, wenn bei Erbauung derselben hinsichtlich des Materials eine richtige Wahl getroffen worden ist.

Hier nähern wir uns jetzt zum Schlusse einer bedeutungsvollen rein technischen Frage, den Bau der Siele und das nach unseren Untersuchungen zweckmässigste Material betreffend, wobei ich natürlich mit Vermeidung aller Details, die sich überdies meiner Kenntniss entziehen, nur auf allgemeine Andeutungen mich beschränke. Von Anbeginn an hat man der Dichtigkeit d. h. Undurchlässigkeit der Siele seine besondere Aufmerksamkeit gewidmet und deshalb sowohl für das eigentliche Baumaterial als auch für die Bindemittel die besten zur Verfügung stehenden Fabrikate verwendet, sowie den Sielen selbst eine die bautechnischen Forderungen der Festigkeit und Solidität

übersteigende Wandstärke gegeben. Da aber trotzdem die Vorwürfe einer durch sie bewirkten Bodenverjauchung nicht verstummten, da gleichzeitig im Laufe des Fortschrittes der hygieinischen Wissenschaft gerade dieser Infection eine immer erhöhtere Bedeutung zuerkannt wurde, so ist man zu immer weitergehenden Sicherheitsmassregeln gedrängt worden. Man hat die Wandstärken stets grösser und grösser gemacht, man hat auf die Anwendung gewöhnlicher poröser Back- oder Bruchsteine so weit als möglich Verzicht geleistet und statt ihrer »undurchlässige« Klinkerfabrikate mindestens für die Canalsohlen benutzt; man hat für die Vermauerung selbst nur die besten Cemente als brauchbar erklärt; — Alles selbstverständlich nur unter ausserordentlich gesteigertem Kostenaufwand für die Herstellung der Siele. Nach dem Ausfalle meiner Versuche erscheinen alle diese Maassnahmen als überflüssig. Wenn es Thatsache ist, dass schon bei einfachen, ganz schwach gebrannten und gut durchlässigen porösen Thonplatten von 0,15 Ctm. Dicke im Maximum eine geringe (10 Ctm. pr. Sec. betragende) strömende Bewegung der Flüssigkeit eine Verminderung der Exosmose um 80 % gegenüber dem Ruhezustand bewirkt (S. 86), so wird man bereits erkennen, wie wenig Bedeutung die »Undurchlässigkeit« der Zwischenwand für die verlangte Dichtigkeit eines Sieles hat. Wir haben aber weiter sogar thatsächlich erfahren (S. 87), dass jene Verminderung der Exosmose noch erhöht wird bei der Anwendung viel poröserer Stoffe, z. B. des Bimstein's, ja dass bei geeignetem Verhältnisse wachsender Porosität und Dicke die Ausschwitzung ganz und gar aufgehoben wird. Bimsteinplatten von 1,1 Ctm. Dicke liessen bei einer Stromgeschwindigkeit von nur 8 Ctm. pr. Sec. eine Verminderung der Exosmose um 95—99 % erkennen und führten zu der Schlussfolgerung, dass diese Verringerung um so erheblicher wird, je dicker und poröser die Platten sind. Verbinden wir diese beiden thatsächlichen Feststellungen zu einem gemeinschaftlichen Schlusse und geben wir demselben gleich den für unsere Betrachtung wünschenswerthen Ausdruck, so wird derselbe lauten:

Zur Vermeidung der Bodeninfection durch die Siele ist — die sonstige sorgfältige Construction und das nöthige Gefälle (Stromgeschwindigkeit) vorausgesetzt —

> eine die Forderung der Festigkeit übersteigende Wandstärke, so wie die »Undurchlässigkeit« der Materialien nicht nur überflüssig und gleichgültig, sondern geradezu die Anwendung eines möglichst porösen Materials von entsprechender Dicke als wünschenswerth zu bezeichnen.

Wie weit man in der Porosität dieses Materiales im Hinblick auf den Bodenschutz gehen kann, veranschaulichen die Bimsteinplatten No. 3 u. 4. Dieselben haben eine Dicke von 1,1 Ctm. und lassen, wie aus den früheren Daten (S. 77 f.) leicht zu berechnen ist, bei einem Wasserdrucke von nur 8,5 Ctm. in einer Stunde pro □ Ctm. je 8,2 und 28,0 grm. Wasser durchfiltriren. Und dennoch sind grade sie es, welche die fast vollkommene Aufhebung der Exosmose zeigen!

Man wird also gemäss dieser Entwicklung fernerhin nicht mehr unnöthige Sorgfalt auf die Dichtigkeit der Siele zu verwenden haben; denn das aus den ein-

fachsten Materialien in lockerster Weise erbaute Röhrenstück wird in toto noch lange nicht den Porositätsgrad jener Bimsteinplatten erreichen. Vielmehr wird man, um den besten Effect zu erzielen, sich an die Suche recht poröser Baumaterialien zu machen haben, sofern und soweit dadurch der Festigkeit kein Abbruch geschieht. Welch' eine Summe unnöthiger Ausgaben damit aber denjenigen Gemeinwesen erspart werden könnte, welche an die Einführung oder Erweiterung eines Canalisationssystemes gebunden sind, wird ein Jeder wissen, Dem Gelegenheit zu einem Einblick in einen solchen Bau-Etat geboten war.

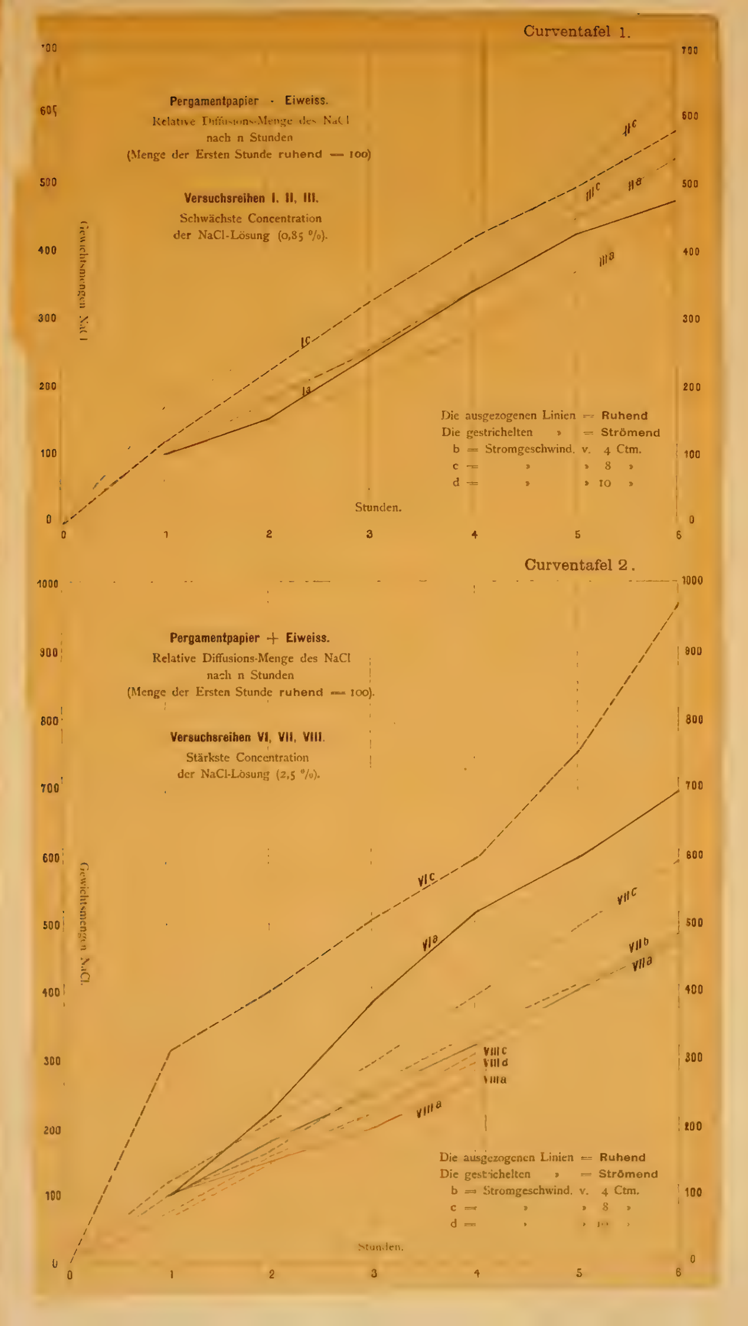
Freilich aber ist die Sicherstellung des »besten« Effectes solcher poröser Röhrenstränge an die Erhaltung dieser Porosität geknüpft und die Erinnerung an diese Vorbedingung dürfte sofort wieder Bedenken gegen die praktische Verwerthbarkeit der Untersuchungen im letztbesprochenen Sinne wachrufen. Eine Verminderung der Porosität wird nämlich auf zweierlei Wege sich einstellen. Einmal ist es die durch die unorganischen und organischen Schlamm- und Sicker-Massen bewirkte fortschreitende Verstopfung der Poren, welcher allerdings durch genügendes Gefälle und hinreichende Spülung wesentlich vorgebeugt werden kann. Ueberdies wird auch die gesteigerte Aufsaugung (Drainage) derartiger Siele selbstreinigend auf die Porenkanäle wirken. Zweitens ist es die früher erörtete Ueberkleidung der Canalwände mit der »Siel- oder Aal-Haut«, welche die Wirkung der porösen Wandmaterialien in erklecklichem Grade paralysirt (S. 119). Allein diesem Uebelstande wird grade wieder auf Grund meiner Untersuchungen (S. 98) um so besser abgeholfen, je poröser (und dicker) die betreffenden Materialien sind, und ausserdem bleibt ja nicht ausgeschlossen, in extremen Fällen eine directe mechanische Reinigung des Röhrenstranges durchzuführen, deren Kosten verschwindend sein dürften gegenüber der Ersparniss in der ganzen Anlage.

Also auch diese letzten Bedenken erscheinen minderwerthig oder ganz gehoben und man könnte mit dem hoffnungsvollen Eindrucke von dieser Betrachtung scheiden, eine Reform des Sielbaues angebahnt zu sehen, welche von den erfreulichsten Folgen für den Fortschritt der Canalisation einerseits und den Staats- oder Gemeinde-Säckel andererseits begleitet wäre. Jedoch bin ich selbst jedweder Uebertreibung allzusehr abgeneigt, um nicht in etwas nüchternere Bahnen wieder einzulenken. Ohne die Ergebnisse meiner Untersuchungen und alle daraus gezogenen Schlussfolgerungen anzutasten, ohne die Strenge der Beweisführung auch in diesem letzten Abschnitte irgendwie selbst zu beanstanden, muss ich doch, gegenüber einer so wichtigen und in ihrer Tragweite so bedeutungsvollen technischen Frage das Zugeständniss machen, dass die Zahl und namentlich der Umfang meiner Versuche nicht hinreicht, um zur Lösung solcher Specialfragen vollständig genügen zu können. So ferne es mir deshalb liegt, ein unmittelbares Inslebentreten der von mir gemachten Vorschläge direkt befürworten zu wollen, so sehr glaube ich doch beanspruchen zu dürfen, dieselben einer eingehenden Prüfung von technischer Seite gewürdigt zu sehen. Auf principiell richtigen Grundlagen fussend fehlt es an dem für die Praxis freilich wichtigsten experimentum crucis, nämlich an den Versuchen »im Grossen«. Hoffentlich ist

es aber meiner Darstellung in diesem Abschnitt gelungen, das Interesse der Techniker insoweit zu erwecken, um grade derartigen Versuchen die Wege zu ebenen. —

Die so gefürchtete Bodeninfection durch die Siele ist also — um kurz zu resumiren — nur in geringem Umfange zuzugestehen und zwar aus Gründen, die zum Theil schon in früheren Arbeiten verschiedener Forscher niedergelegt sind, zum wesentlichsten Theile aber erst durch die auf diesen Blättern verzeichneten Experimental-Untersuchungen entscheidend klargestellt werden konnten. Vielleicht wird dieselbe aber sogar ganz zu vermeiden und im Zusammenhang damit eine Reform des Sielbaues einzuführen sein, welche denselben sowohl wirksamer, als auch erheblich billiger erscheinen lassen dürfte. Nach beiden Richtungen, der sanitären wie der technischen, wird somit durch die vorliegende Arbeit, wie ich hoffe, dem Principe der Canalisation eine gewisse Förderung zu Theil, welche grade deshalb von vielen Seiten freudig begrüsst werden wird, weil wir bei den grossen Aufgaben der hygieinischen Verbesserung umfangreicher städtischer Gemeinwesen sehr häufig zu der Durchführung dieses Principes aus örtlichen und andern Gründen gezwungen sind.

Druck von Ferdinand Schlotke in Hamburg.



Curventafel 1.
Pergamentpapier · Eiweiss.
Relative Diffusions-Menge des NaCl
nach n Stunden
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100)
Versuchsreihen I. II. III.
Schwächste Concentration
der NaCl-Lösung (0,85 %).
Gewichtsmengen NaCl
Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten » = Strömend
b = Stromgeschwind. v. 4 Ctm.
c = » » 8 »
d = » » 10 »
Stunden.
Curventafel 2.
Pergamentpapier + Eiweiss.
Relative Diffusions-Menge des NaCl
nach n Stunden
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100).
Versuchsreihen VI. VII. VIII.
Stärkste Concentration
der NaCl-Lösung (2,5 %).
Gewichtsmengen NaCl.
Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten » = Strömend
b = Stromgeschwind. v. 4 Ctm.
c = » » 8 »
d = » » 10 »
Stunden.

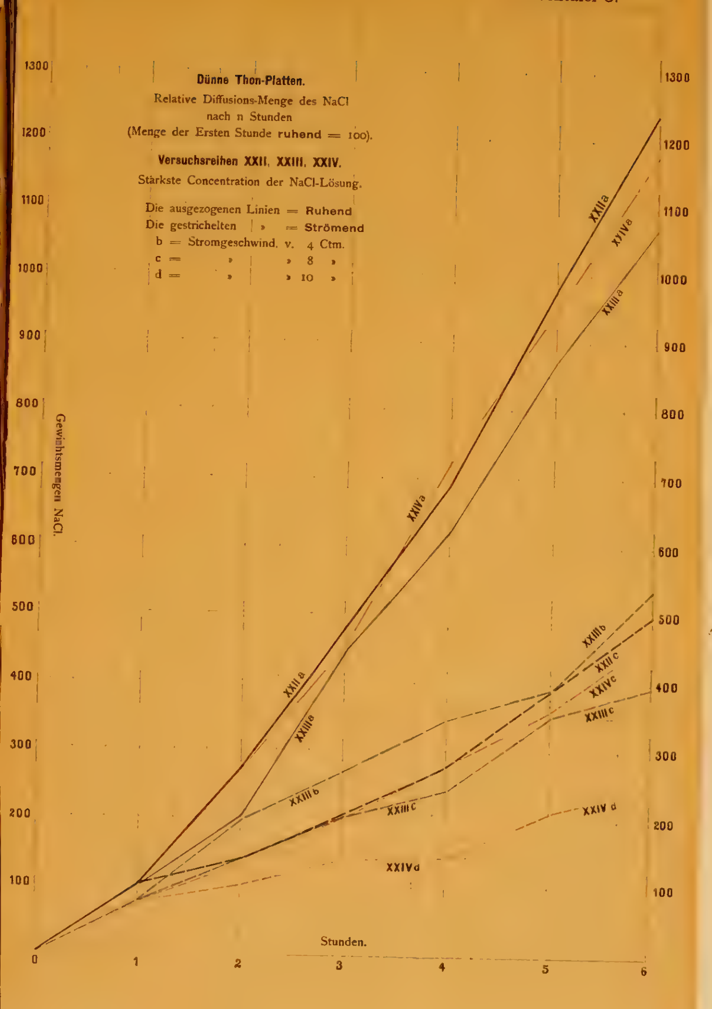
es aber meiner D
insoweit zu erwec
Die so g
resumiren — nur
Theil schon in fr
lichsten Theile a
Untersuchungen e
sogar ganz zu v
einzuführen sein,
scheinen lassen c
wird somit durch
eine gewisse Förc
grüsst werden wir
umfangreicher stä
cipes aus örtliche

Curventafel 3.

Curventafel 4.

es al
insow

resur
Thei
lichst
Unte
sogai
einzu
schei
wird
eine
grüss
umfa
cipes


Dünne Thon-Platten.
Relative Diffusions-Menge des NaCl
nach n Stunden
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100).
Versuchsreihen XXII, XXIII, XXIV.
Stärkste Concentration der NaCl-Lösung.
Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten » = Strömend
b = Stromgeschwind. v. 4 Ctm.
c = » » 8 »
d = » » 10 »
Gewichtsmengen NaCl.
Stunden.
0
1
2
3
4
5
6
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
XXIIa
XXIVa
XXIIIa
XXIIIb
XXIIc
XXIVc
XXIIIc
XXIVd

es a
insov

resur
Thei
lichs
Unte
soga
einzu
sche
wird
eine
grüs
umfa
cipes

Curventafel 6.

Bimstein-Platten, dünne.

Relative Diffusions-Menge des NaCl nach n Stunden.
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100)
Stärkste Concentration der NaCl-Lösung (2,5 %).

b = Stromgeschwind. v. 4 Ctm.
c = » » 8 »
d = » » 10 »

Geringere Porosität = 1 Versuchsreihe XXVI
Grössere » = 4,1 » XXVII

Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten » = Strömend

XXVIIa Grössere Porosität = 4,1
XXVIa Geringere Porosität = 1.
XXVIIc Grössere Porosität = 4,1
XXVIb Geringere Porosität = 1
XXVIc Geringere Porosität = 1

Gewichtsmengen NaCl.

0, 50, 100, 150, 200, 250, 300

0 1 2 3 4 5 6
Stunden.

Curventafel 7

Bimstein-Platten, dicke.

Relative Diffusions-Menge des NaCl nach n Stunden.
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100)
Stärkste Concentration der NaCl-Lösung (2,5 %).

Geringere Porosität = 1,4 Versuchsreihe XXVIII
Grössere » = 4,8 » XXIX

Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten » = Strömend
b = Stromgeschwind. v. 4 Ctm.
c = » » 8 »
d = » » 10 »

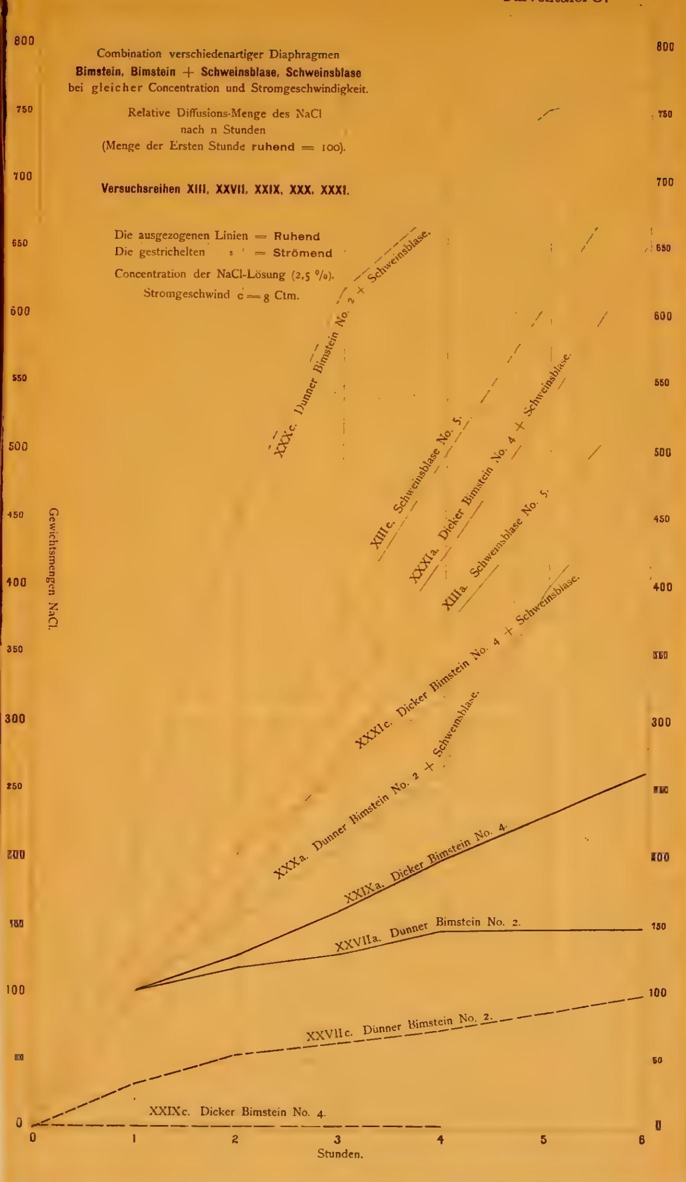
Grössere Porosität = 4,8. XXIXa
Geringere Porosität = 1,4 XXVIIIa.
Geringere Porosität = 1,4. XXVIIIb
Geringere Porosität = 1,4. XXVIIIc.
Grössere Porosität = 4,8. XXIXc.

Gewichtsmengen NaCl.

0, 50, 100, 150, 200, 250, 300

0 1 2 3 4 5 6
Stunden.




Combination verschiedenartiger Diaphragmen
Bimstein, Bimstein + Schweinsblase, Schweinsblase
bei gleicher Concentration und Stromgeschwindigkeit.
Relative Diffusions-Menge des NaCl
nach n Stunden
(Menge der Ersten Stunde ruhend = 100).
Versuchsreihen XIII. XXVII. XXIX. XXX. XXXI.
Die ausgezogenen Linien = Ruhend
Die gestrichelten " = Strömend
Concentration der NaCl-Lösung (2,5 %).
Stromgeschwind c = 8 Ctm.
XXXc. Dunner Bimstein No. 2 + Schweinsblase.
XIIIc. Schweinsblase No. 5.
XXXIa. Dicker Bimstein No. 4 + Schweinsblase.
XIIIa. Schweinsblase No. 5.
XXXIc. Dicker Bimstein No. 4 + Schweinsblase.
XXXa. Dunner Bimstein No. 2 + Schweinsblase.
XXIXa. Dicker Bimstein No. 4.
XXVIIa. Dunner Bimstein No. 2.
XXVIIc. Dünner Bimstein No. 2.
XXIXc. Dicker Bimstein No. 4.
Gewichtsmengen NaCl.
Stunden.
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
1
2
3
4
5
6



Früher erschienene Publicationen des Naturwissenschaftlichen Vereins von Hamburg-Altona.

Zu beziehen durch **L. Friederichsen & Co.** in Hamburg.

I. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften:

Band I. . . . . Mk. 18. —
Stannius. Ueber den Bau des Delphinen-Gehirns, mit 4 Taf.
Steinheim. Die Entwicklung des Frosch-Embryos, mit 2 Taf.
J. H. Jonas. Molluskologische Beiträge, mit 5 Taf.
A. Wasmann. Beiträge zur Anatomie der Spinnen, mit 3 Taf.
Phil. Schmidt. Beschreibung zweier neuen Reptilien, mit 2 Taf.
W. Sonder. Revision der Heliophileen, mit 13 Taf.

Band II, 1. Theil . . . . Mk. 8. —
K. Wiebel. Die Insel Helgoland, mit 2 Karten und 1 Taf.

Band II, 2. Theil . . . . Mk. 15. —
G. Hartlaub. Beitrag zur Ornithologie West-Afrikas, mit 11 Taf.
Phlp. Schmidt. Beiträge zur ferneren Kenntniss der Meerschlangen, mit 7 Taf.
K. Wiebel. Das Gold der Goldküste von Elmina.
J. G. Fischer. Die Gehirnnerven der Saurier, mit 3 Taf.

Band III. . . . . Mk. 18. —
J. G. Fischer. Die Familie der Seeschlangen, mit 3 Taf.
— — Neue Schlangen des Hamb. Naturhist. Museums, mit 3 Taf.
K. Möbius. Nester der geselligen Wespen, mit 19 Taf.

Band IV, 1. Theil . . . . Mk. 4. 50
K. Möbius. Die echten Perlen, mit 1 Taf.

Band IV, 2. Theil . . . . Mk. 6. —
Kaup. Neue Aal-ähnliche Fische des Hamb. Museums, mit 5 Taf.
K. Möbius. Neue Seesterne des Hamb. u. Kieler Museums.

Band IV, 3. Theil . . . . Mk. 3. 60
G. H. Kirchenpauer. Die Seetonnen der Elbmündung, mit 1 Karte.

Band IV, 4. Theil . . . . Mk. 4. 50
F. W. Klatt. Die Gattung Lysimachia, mit 24 Taf.

Band V, 1. Theil . . . . Mk. 2. —
K. Möbius. Ueber den Bau, den Mechanismus und die Entwicklung der Nessel-Kapseln, mit 2 Taf.

Band V, 2. Theil . . . . Mk. 8. 50
Fischer-Benzon. Mikroskopische Untersuchungen über die Structur der Halsytes-Arten, mit 9 Taf.
W. Sonder. Die Algen des tropischen Australien, mit 6 Taf.

Band V, 3. Theil . . . . Mk. 7. 50
G. H. Kirchenpauer. Ueber die Hydroidenfamilie Plumularidae. I. Aglasphenia, mit 8 Taf.

Band V, 4. Theil . . . . Mk. 1. 50
H. Bolau. Die Spatanganiden des Hamb. Museums, mit 1 Taf.

Band VI, 1. Theil . . . . Mk. 10. —
H. Strebel. Beitrag zur Kenntniss der Fauna mexik. Land- und Süsswasser-Conchilien, mit 9 Taf.

Band VI, 2. und 3. Theil . . . . Mk. 14. —
G. H. Kirchenpauer. Ueber die Hydroidenfamilie Plumularidae. II. Plumularia und Nemertesia, mit 8 Taf.
H. Bolau und **Ad. Pansch.** Ueber die menschenähnlichen Affen des Hamb. Museums, mit 2 Taf.

Band VII, 1. Theil . . . . Mk. 7. 20
G. H. Kirchenpauer. Ueber die Bryozoen-Gattung Adeona, mit 3 Taf.
Petrus Bleeker. Musei Hamburgensis Species piscium novae minusque cognitae, mit 1 Taf.
H. Bolau. Ein neuer Hirsch aus dem Amurlande, mit 1 Taf.
C. M. Gotsche. Neuere Untersuchungen über die Jungermanniae Geocalyceae, mit 1 Taf.
Georg Pfeffer. Die Pteropoden des Hamb. Museums, mit 1 Taf.

II. Verhandlungen. Neue Folge I—VI (1875—1881).

An wissenschaftlichen Publicationen enthalten dieselben:

Band I. . . . . Mk. 0. 75
H. Bolau. Der Chimpanse des zoologischen Gartens in Dresden.

Band II. . . . . Mk. 1. —
C. T. Timm. Kritische und ergänzende Bemerkungen, die Hamburger Flora betreffend.
H. Ahlborn. Ueber das Zusammenfallen von Object und Bild bei Linsensystemen, wenn die beiden extremen Medien gleich sind.

Band III. . . . . Mk. 6. —
C. T. Timm. Kritische und ergänzende Bemerkungen, die Hamburger Flora betreffend.
J. G. Fischer. Neue oder wenig bekannte Reptilien.
Hugo Krüss. Die Fehler der durch bicylindrische Linsen erzeugten Bilder.
H. Bolau. Ueber ein menschliches Skelett mit abnormer Wirbelzahl.
— — Ueber den Orang-Utang des Zoologischen Gartens in Hamburg.
— — Kleine Mittheilungen aus dem Aquarium des Zoologischen Gartens in Hamburg.
F. Wibel. Beiträge zur Kenntniss der Salicylsäure und ihrer Anwendung.
— — Die Selbstentzündung des Aethyl-Alkohols.
— — Die geognostischen Ergebnisse einiger neueren Tiefbohrungen auf Hamburgischem Gebiete und Umgegend.
R. Sadebeck. Kritische Aphorismen über die Entwicklungsgeschichte der höheren Kryptogamen.

Band IV. . . . . Mk. 4. —
H. Bolau. Ueber die Häutung und das Wachsthum eines Pfeilschwanzes Limulus polyphemus L.
H. Krüss. Ueber die Grenze der Leistungsfähigkeit der Mikroskope.
C. T. Timm. Kritische und ergänzende Bemerkungen, die Hamburger Flora betreffend.
A. Voller. Ueber ein neues Absorptionshygrometer.
— — Ueber die Nichtexistenz strahlender Materie in den Crookes'schen Röhren.

Band V. . . . . Mk. 4. —
Georg Pfeffer. Die Panzerkrebse des Hamb. Museums.
— — Die Clypeastriden des Hamburger Museums.
H. Krüss. Zwei Sätze über das Bunsen'sche Photometer.
C. T. Timm. Kritische und ergänzende Bemerkungen, die Hamburger Flora betreffend.

Druck von Ferdinand Schlotke in Hamburg.


3 2044 106 305 022